BIBLIOTECA NAZ.
Vittorio Emanuele III
XXIII
B
47
NAPOLI

INSTITUTIONES PHILOSOPHICÆ

AD STUDIA THEOLOGICA POTISSIMUM ACCOMMODATÆ,

AUCTORE

FR.CO JACQUIER

EX MINIMORUM FAMILIA

Primariarum per Europam Academiarum Socio, in Lyceo Romano, & in Collegio Urbano de propaganda fide Profeſſore.

PHYSICÆ PARS II.

VENETIIS, MDCCLXXXV.

APUD SIMONEM OCCHI.

Superiorum Permiſſu, ac Privilegio

B. R. NEAPOL

BIBLIOTECA NAZIONALE VITTORIO EMANUELE III NAPOLI





MONITUM.

Cum in prima Physices parte universam Physicæ hujus nostræ rationem atque methodum explicaverim, nihil est quod amplius adjungam. Monere duntaxat necesse est, in Arithmeticæ & Geometriæ Elementa, me absente, typis edita, irrepsisse typographicos errores plurimos qui studiosis adolescentibus difficultatem afferre possent, si nullo utantur magistro. Itaque libellum hunc in præceptis & demonstrationibus cæteroqui accuratissimum, ab omnibus mendis expurgari diligenter curavi, ita ut nihil sit quod juvenes mediocri etiam ingenio præditos atque attentos retardare possit. Cæterum affirmare audeo, pro mea in his rebus peritia, demonstrationes omnes ad Euclideam severitatem, diversa licet methodo, esse compositas; & non sine magna animi voluptate expertus sum, adolescentes plurimos elementa illa celeriter arripuisse tantaque evidentiæ vi ut in suis demonstrationibus labefactari non possint. Tandem probe meminisse oportet

tet quis sit harum institutionum finis, quem fusius in prima physices parte declaravi, ac proinde hic rursus minime explicandum.

Digitized by Google

PARS SECUNDA PHYSICES SEU PHYSICA PARTICULARIS.

SECTIO I.

De Fluidis.

DUplex generatim diſtingui debet fluidorum ſpecies; alia fluida nullum præbent elaſticitatis indicium, qualis aqua vulgo creditur. Alia autem ſunt eximie elaſtica, qualis eſt aer. Ad fluidorum doctrinam revocari etiam poſſunt quæ de lumine & igne a Phyſicis tractari ſolent. Totam hujus utiliſſimi argumenti amplitudinem in varia capita dividemus, diſtinctiſque articulis explicabimus.

CAPUT I.

De fluidis generatim conſideratis.

IN fluido quolibet quatuor affectiones potiſſimum conſiderari debent. 1. Fluidorum natura. 2. Illorum æquilibrium, 3. Eorumdem motus 4. Tandem reſiſtentia.

ARTICULUS I.

De fluidorum natura.

I.

F*Luidum* definiri ſolet *corpus omne cujus partes vi cuicumque illata cedunt, & cedendo facile moventur inter ſe.* Singula hujus definitionis partes explicabimus... 1. Hæc eſt primaria fluidorum proprietas ut partes cedant vi etiam minimæ & quæ ſub ſenſus non cadat. Hinc patet illam fluidorum proprietatem a ſenſibus noſtris pendere; enim organo tactus longe ſubtiliori donati eſſent homines ita ut eam liceret deprehendere reſiſtentiam quæ ſenſuum noſtrorum poteſtatem fugit, jam corpora plurima non reputaremus fluida quæ tamen ut talia a nobis ſentiuntur... 2. Ad conſtituendum corpus fluidum, oportet minimas omnino eſſe illius particulas ita ut ſenſibus noſtris ſeſe ſubducant. Si enim corporis alicujus partes ſeorſim tangere aut videre liceat, tanquam fluidum haberi non debet corpus illud. Ita licet farina minutiſſimis conſtet particulis quæ levi digito ſtatim moveantur; quia tamen digitis compreſſæ facile ſentiuntur, fluida dici non debet farina. At ſi multo ſubtiliores evadant particulæ, ut fit dum panis dentibus atteritur, ventriculi & inteſtinorum actione ſubigitur ac tandem in chilum ſanguinemque tranſmutatur, jam fluidi proprietates & nomen acquirit.... 3. Ut clara habeatur fluido-

dorum notio, corpora *humida* cum fluidis, neque etiam fluida cum *liquidis* confundi debent. Corpora humida appellantur fluida illa quæ corporibus adhæreſcunt & in iis quædam relinquunt madoris veſtigia. Metalla liquefacta fluidorum proprietates habent; hæc tamen non ſunt corpora humida. Corpora liquida dicuntur fluida illa quæ ad libellam ſeſe componunt; hæc autem proprietas ſingulis fluidis non convenit; ita flamma, fumus, aer, ſunt corpora fluida; hæc autem dilatationem, minime vero libellam affectant. Itaque corpora omnia humida & liquida ſunt etiam fluida, ſed non viceverſa.

II. Licet in humanæ ſocietatis uſu primarias fluidorum proprietates noſſe ſatis ſit, nec de fluiditatis cauſa, quæ quidem parum omnino juvaret, valde ſit curandum, quid tamen hac de re probabilius ſentiendum ſit in ſequenti concluſione exponam.

CONCLUSIO.

Ex ſpherica particularum fluidarum figura illarumque minima vi attractiva ſatis probabiliter repetenda videtur fluiditatis cauſa.

Prob. Craſſiorum fluidorum particulas exquiſitis microſcopiis ſæpe contemplati ſunt diligentiſſimi Phyſici. In mercurio, lacte, ſanguine, ſero, oleis figuram ſphæricam conſtanter obſervarunt. Eandem figuram in fumo carbonis Muskembroekius, & in vaporibus Derhamus maxima experimentorum ſubtilitate deprehenderunt. Porro ſi fluida

craſſiora ex minimis conſtent globulis, eandem quoque figuram in ſubtilioribus fluidorum particulis probabiliter oſtendit lex analogię. Et re quidem ipſa, cum minimæ fluidorum particulæ vi cuicumque illatæ cedant & cedendo facile moveantur inter ſe, hæc primaria fluidorum proprietas ex ſphærica particularum figura ſatis apte intelligitur. In memoriam revocanda ſunt quæ de minimarum particularum vi attractiva demonſtravimus in phyſica generali. Illa attractionis ſpecies componitur ex minimarum particularum denſitate & contactus magnitudine, ac proinde cum minima ſit in globulis eximie levigatis contactus magnitudo, minima omnino eſt attractio ideoque & cohęſio minima, atque hinc ſumma facilitas qua particulæ fluidæ vi cuicumque cedunt & aliæ ſupra alias labuntur.

Ex his principiis non ſolum ſatis feliciter explicatur fluidatis cauſa, ſed diverſi etiam intelliguntur fluiditatis gradus. Etenim cum ſuperficies creſcant vel decreſcant ut quadrata diametrorum, ſoliditates autem ut earumdem diametrorum cubi, minores particulæ majorem habent ſuperficiem ratione ſoliditatis, ac proinde validiorem contactum admittunt. Quare major erit fluiditas, ſi particulæ ad figuram ſphęricam magis accedant; contra autem fluiditas minor, ſi minores fuerint globuli, & minus accurate rotundi; in hoc enim caſu creſcit contactus magnitudo, atque hinc oriuntur per gradus variæ fluiditatis conditiones. Cæterum hic probe meminiſſe oportet, quod in phyſica generali ſæpe monuimus, attractio-

nis

nis nomine a nobis intelligi effectum aliquem, cujus cauſam, ſi quæ ſit, ſagacioribus philoſophis inveſtigandam relinquimus. Cavendum enim maxime nobis eſt ne attractionis doctrina abutamur & pertinaciores imitemur materiæ ſubtilis patronos, qui dum hujus materiæ uſum maxime amplificant & in omnibus explicandis adhibent, eam omnino inutilem reddunt. Sed quidquid ſit, jam concludere licet: probabiliter aſſeritur ea fluiditatis cauſa quam lex analogiæ ipſaque fluiditatis phœnomena poſtulare videntur, atqui &c. Ergo.

Objic. Ex inteſtino minimarum partium motu potiſſimum repetendam eſſe fluiditatis rationem demonſtrant experimenta. Exemplo ſit corporum ſolidorum in fluiditatis ſtatum tranſmutatio, glaciei in aquam & viciſſim. Tota inter utrumque ſtatum differentia in eo maxime poſita videtur, quod in corpore duro partes minimæ fixæ conſiſtant ideoque tactus organo reſiſtant; contra autem minimæ fluidorum particulæ perpetuo motu agitentur & ideo vi cuicumque facile cedant. Et quidem inteſtinum hunc motum oſtendunt corporum fluidorum effectus; fluidæ particulæ corporum poros penetrant, duriſſima corpora emolliunt & diſſolvunt. Tandem nullum corpus ſolidum ad fluiditatis ſtatum tranſire poteſt niſi interveniente corporis alicujus motu, ignis v. g. aeris, aquæ. His præmiſſis obſervationibus ita argumentari licet. Probabiliter aſſeritur illa fluiditatis ratio ex qua pendere videntur præcipua fluidorum phænomena; atqui &c. Ergo.

Reſp. N. Min. Singulas explicabimus objectionis partes. Quamvis inteſtinus partium motus primaria non ſit fluiditatis ratio, certum tamen eſt fluiditatem minimarum particularum motu maxime augeri, imo aliquando creari; ſed hæc eadem experimenta conjecturas noſtras maxime confirmant. Si glacies igni & calori ſubjiciatur, jam particulæ igneæ aliaque plurima diverſi generis corpuſcula glaciei poros pervadunt, & glaciei partes a mutuo contactu dimovent; hinc minor cohæſio ideoque & fluiditas. Ex iiſdem principiis pendet quoque corporum ſolidorum *fuſio*, & *calcinatio*. Etenim ſi metalla etiam duriſſima vehementiori igne fuerint vexata, igneæ particulæ duriſſimas quoque particulas frangunt, metallique maſſam in modum fluidi vel pulveris diſſolvunt. Et requidem ipſa, ceſſante ignis actione puriora metalla ad contactum redeunt rurſuſque in duram maſſam ſeſe compingunt. At ſi minus pura fuerint metalla & diuturniori igne torqueantur, jam particulæ plurimæ vi ignis ſublevantur, aliæ figuram mutant. Hinc particulæ, licet actioni ignis ſubtrahantur, ad eoſdem non redeunt contactus, atque ita intelligitur qua de cauſa in pulviſculum calcemque redigantur metalla plurima. Talis autem corporum indoles qua fit ut in pulverem reduci poſſint vocatur *friabilitas*. Itaque manifeſtum eſt corporum fluiditatem inteſtino partium motu aliquando promoveri; verum hic fluiditatem conſideramus in ipſo corpore fluido duntaxat & ab aliis abſtrahimus quibuſcumque corporibus, quæ fluiditatem

augere poſſunt. Porro fluiditas hoc modo conſiderata ſatis feliciter intelligitur ex minimarum particularum figura illarumque debiliori vi attractiva. Probe autem notari debet quod modo dictum eſt, aliquando nempe fluiditatem, inteſtino partium motu augeri; & quidem id non ſemper accidere manifeſtum eſt, atque ut alia plurima omittam experimenta; ſatis erit referre quod a diligentiſſimo viro Fahrenhcitio primum fuit obſervatum & deinde ab aliis phyſicis eodem ſucceſſu iteratum. Si aquæ fluidæ maſſa aeri frigidiſſimo & tranquillo exponatur, talem aliquando acquirit frigoris gradum qui frigus glacie productum longe ſuperat; cujus quidem gradus fidem facit accuratiſſimum thermometrum; hæc tamen aqua, ſi tranquilla maneat, exquiſitæ fluiditatis ſtatum retinet. At ſi aqua in hoc ſtatu vel minimam ab aere aut corpore circumſtante agitationem experiatur, ſtatim in duriſſimam glaciem concreſcit & ad vulgarem congelationis gradum reducitur, aliquam amittens frigoris partem, quod quidem paradoxum omnino videbitur. Hæc autem pauca dicta ſint fuſius explicanda ubi de glaciei formatione ſermo erit.

Quod ſpectat corporum fluidorum in alia corpora actionem, diximus jam corpora fluida in ſeipſis & ſeorſim ab aliis corporibus hic conſiderari. Requidem vera fluidorum quorumdam particulæ corporum ſolidorum partes alte penetrant. Ita mercurius duriſſimorum quoque corporum ſubſtantiam pervadit, aqua corporibus plurimis ſeſe inſerit nonnullaque diſſolvit. Verum effectus illi

inteſtinis partium motibus, ſaltem ex omni parte tribui non debent, ſed ſummæ particularum mobilitati, vi attractivæ, atque etiam aliis externis viribus. Ita aqua vi aeris comprimentis in balneorum uſu ad ſanguinem uſque introducitur, adjuvantibus alternis contractionibus cordis, ſanguinis moleculas agitat, & circulationis facilitatem conciliat. Sed hæc omnia comparari debent cum iis quæ de minimarum particularum vi attractiva in phyſica generali fuſe diſputavimus.

Inſt. I. Rotunda particularum figura in ſingulis fluidis conſtanter non obſervatur. Demonſtrant obſervationes microſcopicæ fluidorum multorum particulas implexas eſſe atque ramoſas. Ipſæ etiam ſanguinis particulæ varias atque irregulares oſtendunt figuras, ſi exquiſito microſcopio ſubjiciantur. Et re quidem ipſa hanc particularum diverſitatem atque irregularitatem poſtulare videntur ipſa phænomena. Si fluidorum particulæ ita ſint diſpoſitæ ut ſeſe variis implexibus conjungere atque irretire poſſint, jam in maſſam ſolidam coaleſcere poterunt, ut accidit oleis; vel in glaciem induréſcere, ut contingit aquæ fluidiſque plurimis. At ſi tales ſint particulæ ut ſe invicem implicare atque impedire non poſſint, nunquam in corpus durum reduci poterunt: tales ſunt aeris mercuriique particulæ. Fluiditatis cauſa afferri non poteſt hæc figura quam in omnibus fluidis non obſervamus, quamque diverſam omnino eſſe poſtulat diverſa fluidorum natura; atqui &c. Ergo.

Reſp.

Reſp. Diſt. Min. Hanc figuram in omnibus fluidis non obſervamus, ob nimiam particularum ſubtilitatem, & ſenſibus omnino imperviam. C. Min. Secus N. Min. Quare N. Conſ. Quamvis minimæ omnino ſint fluidorum particulæ quæ exquiſito microſcopio patent, non tamen pro fluidorum elementis haberi debent. Etenim tanta eſt primigeniarum particularum ſubtilitas ut imaginandi vi non poſſit comprehendi, & quo uſque perveniat ignotum omnino ſit. Itaque dum microſcopicis obſervationibus utuntur phyſici ad demonſtrandam particularum fluidarum rotunditatem, id faciunt ex lege analogiæ dumtaxat. Ita oſtendunt microſcopia animalium terreſtrium ſanguinem compoſitum eſſe ex globulis rubris fluido aqueo vel ſeroſo pellucido innatantibus. Quilibet globulus conſtat ex aliis ſex minoribus globulis magiſque pellucidis, quorum unuſquiſque rurſus continet ſex alios minores globulos, ita ut ſinguli globuli ſaltem ex triginta ſex minoribus globulis componantur. Hinc per legem analogiæ ratiocinantur phyſici globulos illos ex aliis minoribus fortaſſe compoſitos eſſe ad prima uſque fluidi elementa. Cæterum minime repugnat globulos illos ita inter ſe diſponi ut exquiſito etiam microſcopio varias figuras demonſtrent; illi etenim craſſiores globuli & oculis conſpicui flecti poſſunt atque comprimi, vario ordine inter ſe collocari & in quamlibet figuram componi. Præterea ſanguinem maxime heterogoneum eſſe demonſtrat analyſis chemica; mirum ergo non eſt quod pro diverſo ſanguinis ſtatu, diverſaque ſecretione va-

rias oculis oſtendat figuras, quamvis figuram ſphæricam habeant minima ſanguinis fluidi elementa. Præclariſſima atque utiliſſima de ſanguinearum particularum mutatione experimenta ſumpſit ſolertiſſimus naturę indagator Leevvenhoekius: unum referre ſatis erit; obſervavit leviſſima etiam venenati animalis morſiuncula totam ſanguinis maſſam ita corrumpi ut uno quaſi oculi ictu colorem, motum, figuram mutent globuli.

Hinc etiam patet reſponſio ad alteram objectionis partem. Quod fluida quædam in glaciem facilius concreſcant, quædam difficilius, alia vero nunquam, id repetendum videtur ex maxima particularum fluiditate & mobilitate, ac proinde & ex ipſa figura. Itaque in hac quæſtione diligenter diſtingui debet *mobilitas* a motu *actuali*; fluiditas eſſe non poteſt ſine maxima motus facilitate, quæ quidem ſumma mobilitas ex ipſa particularum figura probabiliſſime repetenda videtur; at fluiditas non ſemper conjuncta eſt cum motu actuali; & certe ſi minima quęque corpuſcula in aqua ſuſpendantur, immota omnino conſiſtunt; quæ quidem perfecta quies cum inteſtino partium motu conciliari non poſſe videtur. Tandem apud omnes phyſicos certiſſimum eſt, idque in ſequenti articulo demonſtrabimus, æqualem eſſe fluidorum ex omni parte preſſionem. Illa autem preſſionis æqualitas cum perpetuo particularum motu componi omnino non poteſt.

Inſt. 2. Si corporum fluiditas ex ſphærica particularum figura minimaque vi attractiva repeti poſſit, jam contraria ratione corporum durities ex contactus magnitudi-

ne

ne majorique vi attractiva pendere dicenda eſt ; hæc autem hypotheſis eſt omnino abſurda. Et quidem cum duriſſimæ ſint minimæ fluidorum particulæ, ponamus duriſſimum aquæ globulum cujus attractio ad lineæ unius diſtantiam vigeat. Deinde circa hanc particulam deſcriptus intelligatur circulus, cujus ſemidiameter ſit lineæ unius, particula aquæ ab iis tantum attrahetur globulis qui intra circuli peripheriam continentur. Quia vero particulæ illæ in partes contrarias agunt, ſeſe mutuo elident attractiones oppoſitæ, ac proinde attractionis effectus erit nullus ; quare explicari nequaquam poterit minimarum particularum durities. Evidens autem eſt hanc eandem ratiocinationem in majoribus quoque corporibus valere ; etenim interiores corporis cujuslibet particulæ, eæ ſaltem quæ non ſunt ſuperficiei valde proximæ, ab omni parte attrahuntur æqualiter, ac proinde manent in quiete relativa. Ergo nec corporum durities nec fluiditas per prædictam hypotheſim explicari poſſunt.... Reſp. N. Min. Hæc objectio cujus vim maximam non diffitemur, conjuncta eſt cum implicatiſſima quæſtione de primigeniarum particularum natura, quam quidem nobis ignotam eſſe in phyſica generali, atque hic iterum profitemur. Quod ſpectat primigeniarum particularum duritiem; probabilius videtur eam eſſe *primitivam* a Deo primis corporum elementis inditam. Hæc autem durities ſine vi ulla attrahente intelligi poterit, ſi dicamus prima corporum elementa à Deo creata fuiſſe omnino ſolida ita ut nul-

nullas habeant partes, quæ ſint poris intervalliſque diſtinctæ. Duriſſimas eſſe minimas aquæ particulas merito concludere videtur Muskembroekius ex doloris ſenſu quem aliquis experitur, ſi aquæ ſuperficiem manu verberet, atque etiam ex ipſa figuræ mutatione quæ in globis plumbeis obſervatur, ſi e ſclopeto in aquam explodantur. Cæterum in præſenti quæſtione non agimus de primigeniarum particularum duritie, ſed tantum de magnorum corporum fluiditate, ac proinde etiam, ob contrariam rationem, de duritie; validiſſima quidem foret in magnis etiam corporibus propoſita objectio, ſi homogeneas fingamus primigenias omnes materiæ particulas; at ſi particularum immenſam ponamus varietatem, quod non ſine maxima probabilitate affirmant plurimi phyſici, jam æquales eſſe non poſſunt attractiones oppoſitæ, ac proinde particulæ cohærere poterunt & inde conflata corpora diverſos fluiditatis & duritiei gradus acquirere.

Inſt. 3. Fluiditatis & duritiei cauſa multo probabilius referenda videtur in fluidum quoddam ſubtiliſſimum rariſſimumque ab aere prorſus diſtinctum, quod *ætheris* nomine appellari ſolet. Motu inteſtino confuſe & perturbate cientur ætheris particulæ: Illud fluidum eſt eximie elaſticum & minimæ illius moleculæ compreſſæ moleculas alias propiores comprimunt, hæ rurſus alias. Fingamus tantam eſſe ætheris elaſticitatem, ut vim aeris elaſticam fere in immenſum ſuperet, jam partes materiæ a ſe invicem diſtrahi non poterunt, niſi ſupe-

peretur vis ætheris quæ contactum tuetur, & quæ major eſt pro majori contactus amplitudine. Ergo in hac hypotheſi fluiditatis & duritiei redditur ratio ſine ulla vi attrahente... Reſp. N. Ant. & Conſ. Hanc materiæ ætheræ hypotheſim jam explicavimus in phyſica generali. Negari quidem non poteſt exiſtere materiam quandam aere noſtro craſſiori longe ſubtiliorem, ſive materia illa ſola majori ſubtilitate ab aere differat, ſive ſit naturæ longe diverſiſſimæ. Quidquid ſit, hæc hypotheſis non valde repugnat noſtræ concluſioni in qua vis attractivæ cauſam nulla ratione definimus. Affirmare tamen audemus precarias omnino huic materiæ proprietates tribui, nullo argumento, nulla ratiocinatione confirmatas. Præterea cum materia illa ſit eximie elaſtica, ſeu quod idem eſt, polleat vi maxima repulſiva, explicanda ſupereſt vis illa, quam quidem ſi materiæ ætheræ inditam affirment hujus hypotheſeos patroni, non video cur minimis materiæ particulis vim attractivam tribui tam ægre ferant. Tandem qua ratione, qua alia cauſa explicabunt perturbatum atque celerrimum hujus materiæ motum? novis certe ſeſe implicant aliarum cauſarum ambagibus. Ex hujus quæſtionis obſcuritate patet, quod jam ſæpe obſervavimus, difficillimam & fere deſperatam eſſe primam effectuum naturalium mechanicam cauſam. Et re quidem ipſa, præſentem controverſiam, aliaſque id genus facile omitterem, niſi rerum obſcuritas involveret experimenta plurima ſcitu digniſſima.

A R-

ARTICULUS I.

De fluidorum æquilibrio.

I. FLuidorum omnium qualis eſt aqua, hæc eſt lex primaria, quod nempe partes ſuperiores graves ſint in inferiores, ſeu in eas preſſionem exerceant. Apud veteres ſcholaſticos error invaluerat: fluida *in propriis elementis*, ut ajebant, *non gravitare*. Sed preſſionem hanc, & ſcholaſticorum errorem demonſtrant experimenta plurima, quorum unum referre ſatis erit. Ampulla vacua, & accurate clauſa aquæ immergatur, ſtateræ brachio ſuſpenſa; alteri ſtateræ brachio appendatur pondus, donec habeatur æquilibrium; ſi deinde reſerata ampulla aquæ impleatur, hæc in partem contrariam inclinabit.

Ex hac proprietate colligitur, fluidorum quieſcentium ſuperficiem in ſphæræ ſegmenta telluri concentrica diſponi. Etenim cum fluidorum particulæ vi cuicumque cedant, vi gravitatis moveri debent, donec deſcendere amplius non poſſint, & ſingulę maneant in equilibrio. Illud autem equilibrium obtineri non poteſt, niſi ſingula ſuperficiei fluidæ puncta in ſegmentum ſphæræ telluri concentricum fuerint diſpoſita. Et quidem in hac particularum diſpoſitione quælibet particula premitur perpendiculariter ad telluris ſuperficiem, ac proinde cum non magis tendat ad unam partem, quam ad aliam, totam fluidi maſſam quieſcere neceſſum eſt. Cæterum hic ponimus tel-

tellurem ſphæricam, & gravitatem ad centrum tendere. Porro cum exigua ingentis ſuperficiei ſphæricæ portio tanquam ſuperficies plana conſiderari poſſit, ſi magni non fuerint fluidorum quieſcentium tractus, illorum ſuperficies tanquam plana haberi poterit; atque hinc pendet tota ars *libellandi*.

II. Si fluidum homogeneum infundatur tubo ex duobus cruribus cylindricis æqualibus, & verticalibus compoſito, cujus crura duo communi tubo horizontali inter ſe jungantur; fluidum illud ad quietem pervenire non obſervatur, niſi eamdem in utroque crure obtineat altitudinem. Hinc evidens eſt, fluidum in tubo horizontali contentum a columnis fluidi verticalibus in partes contrarias premi. Si crus unum verticale, atque etiam tubi horizontalis pars aliqua reſecentur; demonſtrat experientia, ad ſuſtinendum fluidum eamdem omnino vim requiri, quæ neceſſaria foret ad ſuſtinendum tubum cylindricum alteri cruri verticali æqualem, & ad eamdem altitudinem aquæ repletum. Generatim ſuccedit experimentum, quæcumque ſit tubi crura duo jungentis inclinatio; atque hinc facile colligitur, æqualem eſſe fluidorum undequaque preſſionem. Hæc autem proprietas, cui innititur tota fluidorum doctrina, rurſus confirmatur, eamque obtinere oſtenditur non ſolum in fluidis, quorum partes vi conſtante, & ſecundum directionem datam ſollicitentur, ſed etiamſi viribus quibuſcumque urgeantur. Etenim fluidum includatur in vaſe cujuſcumque figuræ, & embolo aliquo prematur; ſi vas illud in qualibet parte

ſue-

fuerit foramine pertuſum; ad impedimentum fluidi effluxum foramini adhibenda eſt preſſio vi prementi omnino æqualis. Ex hoc experimento manifeſtum eſt, fluidorum particulas ſuam preſſionem quaquaverſum exercere, tum ſurſum deorſum, tum deorſum ſurſum, atque etiam ad latera ſecundum quamlibet directionem, & quæcumque ſit vis fluidi particulas ſollicitans. Et re quidem ipſa, hæc preſſionis æqualitas ex ipſa etiam fluidorum definitione ſtatim derivatur. Ponamus, fluidum aliquod in vaſe quieſcere, & particulam aliquam ex una parte magis premi, ex altera autem minus, jam quia fluidorum partes vi cuicumque illatæ cedunt; fluidi particulæ moverentur ſecundum directionem vis majoris impreſſæ, quod eſt contra hypotheſim: æqualis ergo eſt in hanc particulam preſſio undequaque.

III. Si corpus fluido totum immergatur, vel aliqua tantum ex parte, ſuperficies illius inferior fluidi inferioris actione deorſum ſurſum premitur, ſuperficies autem ſuperior fluidi ſuperioris actione urgetur; atque hinc varia intelliguntur præclariſſima, atque utiliſſima experimenta. Corpus in hoc caſu duplicis columnæ fluidæ viribus urgeri ex dictis evidens eſt; etenim columna ſuperior agit in ſuperiorem corporis immerſi partem, columna autem inferior in partem corporis inferiorem. Variæ autem eſſe poſſunt corporis immerſi conditiones: etenim vel minorem habet gravitatem ſpecificam, vel majorem, vel æqualem: ſingulas partes explicabimus. Et I. Si cor-

pus

pus ſit fluido ſpecifice levius, ad fluidi ſuperficiem enatabit. Etenim columnarum fluidarum longitudo ab ipſa ſuperiori fluidi parte computari debet, ac proinde longitudinum differentia æqualis eſt ipſi corporis craſſitiei, columna nempe inferior ſuperiorem hac differentia ſuperat. Quare corpus ſurſum urgeri neceſſum eſt vi columnæ fluidæ, cujus pondus æquale eſt ponderi portionis fluidæ ejuſque cum corpore immerſo voluminis; ac proinde corpus aſcendet, non tamen aſcendet totum, cum enim ſit pondus fluido additum, jam vis minor foret in æquilibrio cum vi majori, quod eſt abſurdum. Igitur tandiu corpus debet aſcendere, donec pars intra fluidum dimerſa eam expellat fluidi quantitatem, quæ ſit ejuſdem ponderis cum toto corpore; evidens enim eſt, in hoc caſu æqualem eſſe columnarum fluidarum preſſionem. II. Si corpus immerſum fluido ſpecifice gravius fuerit, rurſus hic attendi debet columnarum fluidarum differentia, evidens eſt, corpus ſurſum urgeri vi columnæ fluidæ, prorſus ut in primo caſu, ac proinde corpus eam amittit ponderis ſui partem, quæ æqualis eſt ponderi fluidi ejuſdem cum corpore immerſo voluminis. At quia corpus immerſum majorem habet gravitatem ſpecificam, vi reliqua, ſeu virium differentia corpus præcipitari neceſſum eſt. Contingit tamen aliquando, corpuſcula leviora, atque etiam graviora per ſatis longum tempus in eodem lfuidi loco manere. Verum id facile intelligitur ex minima columnarum fluidarum differentia, quæ tantilla eſt, ut reſi-

reſiſtentiam fluidi ex. partium tenacitate oriundam ſuperare non poſſit. III. Si corpus immerſum, ipſumque fluidum eamdem habeant gravitatem ſpecificam; corpus totum demergitur, ſed in eo ſubſiſtit fluidi loco, in quo conſtituitur. Et quidem in hoc caſu corpus fluido impoſitum eſt pondus columnæ fluidæ additum; rurſus ergo columnæ duæ hic fingi poſſunt, diverſæ quidem altitudinis, sed tamen homogeneæ; cum enim corpus ſolidum eamdem habeat cum fluido gravitatem ſpecificam, corpus illud conſiderari poterit tanquam æquale pondus fluidi, & ejuſdem voluminis. Igitur columnæ omnes ad eamdem altitudinem reduci neceſſum eſt; quod fieri nequit, niſi corpus totum demergatur. Illud vero ſuſtineri a fluido evidens eſt, cum amittat ponderis ſui partem æqualem ponderi fluidi ejuſdem cum corpore immerſo voluminis; amittit ergo totum pondus, ac proinde intra fluidum in quocumque loco quieſcit.

IV. Ex hactenus demonſtratis intelligitur, duplicem eſſe corporum intra fluida gravitatem, *abſolutam* ſcilicet, & *relativam*. Gravitas abſoluta eſt vis tota, qua corpus magis tendit deorſum, quam fluidum ambiens; apud vulgus pondera corporum nihil aliud ſunt, quam veri ponderis exceſſus ſupra pondus aeris; at pondera illa accurate diſtinguunt Phyſici.

Ex his principiis originem habuit vulgatiſſima apud Phyſicos ſtatera, quæ *hydroſtatica* appellatur. Corporis pondus ad accuratam libram in aere expendatur, iterumque in fluido aliquo ad ſtateram revocetur, dif-

differentia ponderum erit ipſum fluidi pondus ejuſdem cum corpore immerſo voluminis; ſunt autem gravitates ſpecificæ, ut pondera ſub eodem volumine; quare fluidorum, & ſolidorum gravitates ſpecificæ comparari inter ſe poterunt. Ejuſdem ſtateræ beneficio conferre etiam licebit diverſas fluidorum gravitates ſpecificas; ſi enim idem corpus diverſis fluidis immerſum ad examen revocetur, erunt pondera in diverſis fluidis amiſſa, ut eorumdem fluidorum gravitates ſpecificæ *reſpective*. Alia eſt facilior machina ad explorandas fluidorum gravitates ſpecificas. Conſtat globulo vitreo, cujus extremitas inferior in ſacculum deſinit, extremitas autem ſuperior in collum longius, & cavum terminatur. Sacculo infundi ſolet pauxillum mercurii, ut machinula in ſitu recto fluido innatet. Notetur primum totius machinulæ, ſimul cum addito mercurio, pondus, quod dicatur P, *graniſque* expreſſum ponatur. Deinde machinula liquori immergitur ad datam aliquam altitudinem, & in ea notatur prima diviſio; adjunguntur poſtea machinulæ ponderi grana alia per vices, & pro granis ſingulis iterum notatur altitudo, ad quam machinula in liquore deſcendit. Machina ita comparata liquorum omnium gravitati inveſtigandæ aptiſſima eſt. Nam remotis omnibus granis, ita ut machinula ſolum mercurium contineat, ipſa deinde immergatur alicui liquori, & perveniat v. gr. ad quartam uſque diviſionem, in alio autem liquore ad ſextam uſque diviſionem demergatur, erit gravitas ſpecifica primi liquoris

ad

ad gravitatem ſpecificam liquoris alterius, ut numerus granorum ſextæ diviſioni conveniens ad numerum granorum quartæ diviſioni reſpondentem, ut patet. Nam machinula intra liquorem demergitur, donec portio fluidi ejuſdem cum machinula immerſa voluminis idem habeat pondus cum tota machinula. Quare cum gravitates ſpecificæ, eodem manente pondere, ſint ut volumina inverſe (ex dem. in Phyſ. gener.) erunt gravitates ſpecificæ, ut partium immerſarum volumina inverſe, hoc eſt, ut immerſionis altitudines inverſe; ſed altitudines demerſionis ſunt, ut granorum numeri additi; ergo gravitates ſpecificæ ſunt, ut iidem numeri reciproce. Quare ſi numeri illi in ipſo inſtrumenti collo fuerint deſcripti, ſtatim exhibebuntur diverſæ gravitates ſpecificæ.

Hic data occaſione non abs re erit explicare celebratiſſimum problema de corona Hieronis Syracuſarum Regis. Coronam aurificis fraude argento mixtam Rex ſuſpicatus, Archimedi inveniendam propoſuit latentis argenti cum auro ſubdole mixti portionem. Res huic ratiocinationi tota innititur. Si nihil argenti in corona Regis lateat, ſumatur duriſſimi auri maſſa ipſi coronæ pondere æqualis, ac proinde etiam ejuſdem voluminis. Duæ illæ maſſæ fluido immerſæ eamdem amittent ponderis ſui partem; verum ſi aliquid argenti miſceatur, jam maſſa auri puri, & pondere æqualis, minus continebit volumen; cum aurum ſit corpus, quod ſub eodem volumine majorem habeat materiæ quantitatem;

qua-

quare maſſa auri minorem amittet ponderis ſui partem, corona vero majorem. Ponatur coronam eſſe argento permixtam, ſumaturque maſſa argenti puri, cujus pondus ſit coronæ ponderi æquale; hæc majorem, quam corona ipſa, ponderis ſui partem in fluido amittet. His præmiſſis ita ſolvitur problema. Sit P pondus coronæ, x pondus auri in corona contenti, y pondus argenti, p ponderis pars, quam maſſa auri in aqua amittit, q ponderis pars, quam amittit argentum, r pondus quod corona amittit; erit $\frac{px}{P}$ ponderis pars quam maſſa auri x, in aqua amitteret, & $\frac{qy}{P}$ erit pars ponderis, quam amitteret maſſa argenti y, ut patet ex demonſtratis; ſunt enim ponderum partes amiſſæ, ut volumina, ſive in hoc caſu, ob eamdem gravitatem ſpecificam, ut pondera; ſed in præſenti problemate ponderum jacturæ ſimul æquantur ponderi r, quod corona amittit, ergo $\frac{px}{P} + \frac{qy}{P} = r$. Præterea $x + y = P$. Quare ex datis duabus quæſtionibus innoteſcunt quantitates incognitæ x, y. Cæterum in hoc problemate ſolvendo duæ requiruntur conditiones. I, ut mixtura ex unica tantum materia fiat, ſi enim duæ laterent diverſorum metallorum portiones, tres forent incognitæ, & duæ tantum æquationes; quare problema foret *indeterminatum*. II, Notam eſſe oportet metalli ſpe-

ciem. Paucis indicaſſe ſatis ſit notiſſimum problema, quo invento prope amens gaudio e blaneo exiluit Archimedes clamans *reperi*, *reperi*. Tanta eſt doctrinæ vis, ac ſuavitas aliis omnibus humanæ vitæ deliciis longe anteponenda.

V. Ad fluidorum æquilibrium pertinet quoque illorum preſſio. Hinc autem demonſtranda eſt fluidorum comprimentium lex primaria; preſſio ſcilicet, quam fluida in vaſorum baſes exercent, quæcumque ſit illorum figura, ſemper æqualis eſt ponderi columnæ fluidæ, cujus baſis eſt ipſe vaſis fundus, altitudo autem eſt diſtantia perpendicularis ſupremæ ſuperficiei a fundo vaſis. Si vas ſit perpendiculare, & ejuſdem ubique diametri, res eſt evidens; baſis enim toto fluidi pondere premitur, pondus autem eſt, ut maſſa, hoc eſt, in præſenti caſu ut productum ex baſi in altitudinem. At ſi vas ſit utcunque inclinatum, & figuræ etiam cujuſcunque, ita ut latera vel convergant, vel divergant, demonſtratio paulo difficilior eſt. Diviſum intelligetur fluidum in ſtrata fluida innumera, & infinite parva ejuſdem craſſitiei. Jam concipiatur, vim gravitatis agere ſolummodo in ſtrati ſuperiores particulas, eadem vi premetur quoque ſtratum proxime inferius, & ſingulæ hujus ſecundi ſtrati non ſecus, ac primi particulæ prementur æqualiter ob æqualem fluidorum undequaque preſſionem. Jam ſecundi ſtrati particula quælibet urgetur vi propria gravitatis, ſingularum particularum preſſio duplo major fiet. Hæc preſſio duplo major urgebit quoque æqualiter ſin-

ſingulas tertii ſtrati particulas, & particula quælibet urgetur etiam vi propria gravitatis, ac proinde tripla fit preſſio. Similiter preſſione quadrupla urgentur quarti ſtrati particulæ, & ita deinceps. Igitur preſſio, qua particula quælibet urgetur, eſt, ut ſtratorum fluidorum numerus; ac proinde preſſio tota in fundum vaſis eſt, ut numerus particularum fundo incumbentium, & numerus ſtratorum *conjunctim*, hoc eſt, ut baſis ducta in vaſis altitudinem. Hinc patet, fundum vaſis non urgeri toto fluidi incumbentis pondere, ſed aliqua ſolummodo ponderis parte, pondere reliquo a fluidi figura ſuſtentato. Hæc eſt notiſſima, atque utiliſſima fluidorum proprietas, quam *paradoxum hydroſtaticum* vocant; cum parva liquoris copia tantam in ſubjectum planum preſſionem exercet, quantam exerceret ejuſdem liquoris maſſa centies, imo millies major in eadem altitudine.

VI. Ex his principiis pendet univerſa tuborum *communicantium* doctrina. Si tubi duo communi baſi jungantur, fluidum homogeneum ad eamdem altitudinem in utroque tubo ſubſiſtit. Etenim cum preſſiones ſint in ratione compoſita baſium, & altitudinum; habebitur æquilibrium, ſi producta illa ſint æqualia, hoc eſt, ſi altitudines fuerint æquales ob communem baſim. Verum ſi tubi contineant fluida diverſæ denſitatis, quo major erit fluidi denſitas, eo major erit, cæteris paribus, particularum prementium numerus, ac proinde preſſio in baſim exercita erit in ratione compoſita baſis, altitudinis, & denſitatis, ideoque

obtinebitur æquilibrium, ſi producta ex denſitate in altitudinem fuerint reſpective æqualia, hoc eſt, ſi altitudines ſint in ratione reciproca denſitatum. Itaque hac methodo comparari poterunt inter ſe gravitates ſpecificæ fluidorum, quæ ſunt, ut denſitates; datis enim fluidorum altitudinibus, nota etiam erit gravitatum ſpecificarum ratio.

Demonſtratis hactenus fluidorum legibus contraria ſunt *tuborum capillarium* phænomena; tubi capillares appellantur minimi canaliculi, qui capillorum tenuitatem fere imitantur. In his tubis illud eſt omnino ſingulare, ſi nempe tubi capillaris utrinque aperti extremitas una aquæ immergatur, ad altitudinem ſatis magnam aqua aſcendet, ibique manebit ſuſpenſa. Si autem plures tubi capillares eidem fluido immittantur, ad diverſas altitudines aſcendet fluidum, eritque altitudo in ratione reciproca diametri. Experimentum illud quod præcipuum eſt, referre nunc ſatis ſit; cætera vero tuborum capillarium phænomena in ſequenti concluſione deſcribemus, atque explicabimus.

CONCLUSIO.

Ex mutua aquæ, & vitri attractione repetenda videntur tuborum capillarium phænomena.

Prob. Aquam a vitro ſuſpendi, & retineri quotidianis experimentis patet. Si tubo vitreo ad horizontem inclinato gutta aquea

aquea adhæreſcat, hæc deinde, aucto pondere, non ſecundum directionem perpendicularem decidit, ſed juxta latus tubi ad oram infimam devolvitur. Vitrum quoque ab aqua retineri, & ſuſpendi certiſſimum eſt; ſi enim lamellæ vitreæ aqua perfuſæ, imponatur horizontaliter tubus vitreus, hic ab aqua ægre ſurſum diſtrahitur; imo tubus ille non decidit, etiamſi deorſum ſpectet, lamina ſcilicet inverſa. De hac mutua attractione jam multa explicavimus in Phyſica generali. Verum hæc attractio ſatis non eſt, ut ſtatim concludamus, huic mutuæ attractioni referendum eſſe aſcenſum aquæ per tubos capillares; oſtendi enim debet, quomodo, & quare aqua ad hanc, val illam altitudinem in datis quibuſdam circumſtantiis aſcendat. Ut autem ex legibus attractionis diſtincte explicentur turborum capillarium phænomena, mutua quoque particularum aquearum attractio, illarumque pondus conſiderari debet. Itaque ex trium virium compoſitione tota quæſtio pendere videtur, nempe ex mutua vitri, & aquæ attractione, ex particularum aquearum attractione inter se, & tandem ex ipſa particularum aquearum gravitate.

Moleculas aqueas ſe invicem attrahere, jam demonſtravimus in Phyſica generali; neque neceſſe eſt, ut demonſtremus, eas graves eſſe. Jam vero attractioni reſiſtit molecularum aquearum gravitas, quod quidem evidens eſt. Quare ſi pondus guttæ majus evadat, quam attractio ſuſtinere poſſit, jam guttam relabi neceſſum eſt; atque hinc fit, ut vapores aquei, ſi in guttam ſa-

tis magnam coaleſcant, quod in feneſtris obſervari ſolet, tandem defluant. Aquam ad vitrum fortius attrahi, quam ad aquam oſtendunt experimenta. Si tubo vitreo ad angulos rectos jungatur crus capillare, tuboque immittatur aqua, donec guttula ex cruris capillaris orificio defluat, hæc non ſtatim decidit; ſed pro majore, vel minore cruris capillaris ad horizontem inclinatione, vel elevatione, motu retrogrado infra tubum capillarem hærebit, & guttulam ovalem formabit. Aucto pondere per novæ aquæ affluxum, guttula turgidior, magiſque protracta evadet; creſcente pondere gutta ſeparari incipit, lapſumque minitari. Obſervandum autem eſt, ſeparationem non fieri in ipſa vitri ſuperficie; ſed in notabili diſtantia incipit aqua in duas partes dividi, quarum ſuperior vitro adhæret, altera autem, rupto tandem collo intermedio, decidit. Porro ſi mutua aquæ cohæſio, vel attractio validior foret vi attractiva vitri, omnis aqua a vitro avelli deberet. Hinc fit, ut vitrum aquam omnem, quam attraxit, numquam dimittat, ſed partem aliquam retineat, quantum poteſt. Eadem de cauſa gutta aquea in feneſtrarum vitris pondere ſuo delapſa, ſemitam madidam relinquit, & ampullæ omnes aqua imbutæ, effuſa etiam aqua, aliquantulum madidæ remanent. Contrarium in mercurio obſervatur. Si enim mercurii globulus minimus vitro adhærens augeatur, ut pondus vim attractivam vitri ſuperet, tum tota, quanta eſt mercurii maſſa, in unum globum coaleſcens decidit, nec quicquam,

dum-

dummodo mercurius purus fuerit, vitro adhæreſcit; ita ut nullum mercurii maneat veſtigium. Ex his omnibus patet, in explicando aſcenſu aquæ per tubos capillares ſedulo diſtinguendum eſſe inter effectus, qui a mutua actione vitri, & aquæ oriuntur, & inter eos, qui mutua particularum aquearum attractione, illarumque gravitate producuntur.

His jam obſervatis, ita explicari poſſe videtur aquæ per tubos capillares aſcenſus. Dum tubus capillaris ſuperficiei aquæ admovetur, particula fluida in ipso contactu tribus diverſis viribus ſollicitatur. Primo enim verſus annulum infimum ſuperficiei internæ vitri impellitur vi mutuæ attractionis inter vitrum, & aquam. Deinde huic aſcenſui reſiſtit exigua fluidi attollendi maſſa pondere ſuo. Denique attractio, quæ inter particulas aqueas in vaſe contentas intercidit, ipſam ſeparationem impedit, atque hinc cylindrulus aqueus producitur. Eſt autem vis attractiva fortior inter aquam, & vitrum, quam inter ipſas aquæ particulas; aqua igitur tubi capillaris cavitatem tantillum ſubire debet. Eadem valet ratiocinatio, ubi jam aliqua portio aquæ tubulum ingreſſa in cylindrulum aqueum ſurrexit; id nempe tandiu valere debet, quandiu vis attractiva vitri oppoſitas vires ſuperat. Itaque tota interna tubi capillaris ſuperficies aquam attrahit, non quidem ſimul, & eodem tempore, ſed per gradus, diverſiſque tempuſculis. Hanc vero attractionem exercet tantum annulus ille vitreus, qui ſingulis tem-

puſculis ſuperficiei aquæ contiguus eſt, ut patet. Neque enim pars ſuperior tubi, cum leviſſima ſit attractionis ſphæra, quidquam agere poteſt. Neque etiam ſuperficiei vitreæ pars illa, cui aqua jam attracta accumbit. Supereſt ergo, ut aſcenſus tribuatur annulo vitreo proxime ſuperiori.

Ut autem ſingula tuborum capillarium phænomena intelligantur, probe notandum eſt, cylindrum aqueum, qui intra tubum capillarem aſcendit, gravem eſſe, & ſua gravitate aſcenſui reſiſtere. Verum in cylindro aqueo duo accurate diſtingui debent. Cum attractio aquæ in vitrum ad minimam tantum diſtantiam vigeat, totus cylindrus a vitri parietibus non attrahitur; ſed ea pars dumtaxat, quæ in ipſa attractionis ſphæra continetur. Quare ſi annihilari fingamus totam illam aquæ partem, quæ extra attractionis limites poſita eſt, jam in tubo capillari ſuſpenſus maneret canaliculus aqueus cavus in minima, & ubique æquali a vitro diſtantia. Itaque reliquus cylindrus in hoc canaliculo cavo contentus non retinetur vi attractiva vitri, ſed mutua particularum aquearum cohæſione. Hujus autem cylindri maſſa ipſam canaliculi maſſam longe ſuperat, & vi ponderis ſui cohæſioni reſiſtit. At canaliculus vi attractiva vitri cohibetur omnino; & firmiter agglutinatur; ita ut pondere proprio divelli, & deſcendere nequeat; eſt enim canaliculi hujus craſſities minima, ejuſque ponduſculum reſpectu vis attractricis minimum; ita ut iſte canaliculus quaſi pondere omni deſtitutus fingi poſſit.

Ex

Ex dictis autem colligi poteſt, cylindrulum aqueum in tubo capillari ſuſpenſum ſolo ſupremo canaliculi annulo ſuſtineri; vitrum enim ſolum canaliculum ſuæ attractioni convenientem ſuſtentat, ac proinde cylindrulus a vitro immediate non ſuſpenditur. Inter canaliculi, & cylindruli ſuperficies ſibi mutuo contiguas intercedit quidem attractio; ſed hæc ad ſuſpenſionem cylindruli nihil confert. Etenim ſi diviſus intelligatur totus canaliculus in annulos innumeros altitudinis infinite parvæ, dividaturque totus cylindrulus in totidem ſectiones, ſive lamellas, quantum lamella una ſurſum, vel deorſum trahitur, tantum per lamellas utrinque proximas, itemque per annulos utrinque proximos impeditur; actio enim utrinque æqualis eſt, & contraria; quare cohæſiones, quæ inter ſingulos annulos, lamellaſque reſpondentes intercedunt, ſeſe mutuo deſtruunt. Itaque ſolus nexus lamellæ ſuperioris deſtrui non poteſt per aliam incumbentem, in quam annuli ſupremi attractio agere poſſit. Sola igitur cohæſio inter annulum ſupremum, & lamellam ſupremam efficax permanet, atque vi mutuæ attractionis particularum aquearum ab ea pendent reliquæ omnes ſubſequentes lamellæ; ideoque totus cylindrulus ope lamellæ ſuæ ſupremæ a ſolo ſupremo canaliculi annulo ſuſpenditur. Jam vero, quia vis ſuſtinens ſemper eſt eadem, nempe vis attractiva, quæ inter particulas aqueas ſupremi annuli, & ſupremæ lamellæ incedit, pondus autem ſublevandum continuo creſcit; hinc ſequitur, ſuſpenſionem non-

niſi ad determinatam aliquam altitudinem locum habere, quam ubi aqua aſcendens attigit, jam æquilibrium fieri neceſſum eſt; quieſcit igitur aqua, & aſcenſus ceſſat.

Ex dictis autem facile determinari poſſet altitudo, ad quam fluidum aſcendit, ſi nota eſſet attractionum lex. Vis, qua fluidi particulæ ſeſe mutuo attrahunt, dicatur q, diameter tubi ſit d, & altitudo c. Jam quia fluidum per vices attollitur vi annulorum trahentium, qui ſunt, ut columnarum fluidarum peripheriæ, ſive ut diametri; erit vis, qua fluidum ſurſum trahitur, ut diameter annuli, & attractionum fluidi ad vitrum, atque fluidarum particularum inter ſe differentia conjunctim; illa enim mutua particularum fluidarum attractio contraria eſt attractioni fluidi ad vitrum; erit ergo vis tota ut d (p — q), cui, facto æquilibrio, æquale eſſe debet pondus columnæ fluidæ cd^2. Quare $cd^2 = d(p - q)$

& $c = \frac{p - q}{d}$. Quia vero differentia virium p — q conſtans eſt, eodem manente fluido; patet, altitudines eſſe in ratione reciproca diametrorum, ut demonſtrant experimenta. Probe autem notandum eſt, cylindruli fluidi diametrum pro ipſa tubi diametro a nobis uſurpari; quod facere licet ob exiguam, & fere infiniteſimam attractionis ſphæram. Plurima alia tuborum capillarium phænomena in hujus concluſionis progreſſu explicabimus, atque explicationis veritatem magis, ac magis confirmabimus. Interim concludere licet: non plures admit-

mittendæ ſunt cauſæ, quam quæ & veræ ſunt, & phænomenis explicandis ſufficiant; atqui in præſenti explicatione res ita ſe habet; vim attractivam vitri, & aquæ, mutuam particularum aquearum attractionem experimenta demonſtrant; has autem vires explicandis tuborum capillarium phænomenis ſufficere demonſtravimus, atque in objectionibus refellendis confirmabimus: Ergo &c.

Objic. Quamvis ſeſe mutuo attrahant fluidorum moleculæ, eæque ad vitrum attrahantur; ignota tamen eſt hujus attractionis lex, atque ea de cauſa factum eſt, ut variæ ſint Phyſicorum opiniones. Alii nempe, ut Hauksbejus, totius concavæ ſuperficiei annulis ſucceſſive trahentibus aſcenſum aquæ tribuunt, quæ quidem opinio in præſenti concluſione explicata eſt; alii autem, ut Jurinus, ſuſpenſionem aquæ referunt in ſolam circumferentiam ſuperficiei concavæ, cui ſuperficiei contigua eſt, proximeque adhæreſcit ſuperior aquæ ſuperficies. His poſitis ſic argumentari licet: attractioni referenda eſſe tuborum capillarium experimenta, ſine ullo fundamento affirmatur, ſi incerta omnino ſit talis attractionis lex, atqui &c. Ergo . . . Reſp. N. Maj. Re quidem vera hujus attractionis lex cognita non eſt; hoc unum affirmare poſſumus, hanc attractionem neque eſſe in ratione duplicata inverſa diſtantiarum: in contactu enim longe validior eſt hæc attractio, quam pro talis attractionis lege; neque etiam eſſe poteſt in ratione plusquam duplicata diſtantiarum; in contactu enim

foret infinita. Supereſt ergo, attractionem illam ſervare legem aliam, quæ ſit, ut certa functio, quam in Phyſica generali jam explicavimus. Porro certiſſimum eſt, innumeras fingi poſſe attractionis leges, quæ tuborum capillarium phænomenis ſatisfaciant. Quamvis autem explorata nondum ſit lex illa, inde tamen minime concludi poteſt, nullam eſſe; cum attractionis phænomenon generatim compertum ſit, nec repugnet lex aliqua tuborum capillarium experimentis probe ſatisfaciens. Jam quod ſpectat diverſas Phyſicorum opiniones, duę ſunt tantummodo, quæ aliquid difficultatis habere poſſunt, aliarum enim falſitas demonſtrata eſt omnino. Nos quidem probavimus Hauksbeii opinionem, ſi de aſcenſu fluidi ſermo ſit; aqua nempe aſcendit attractione totius concavæ ſuperficiei ipſius tubuli, cui cylindrus aqueus ſucceſſive adhæret. At falſa eſt opinio Hauksbejana, ſi ſermo ſit de cauſa ſuſpenſionis aquæ in tubo capillari jam quieſcentis; oſtendimus enim, cylindrulum aqueum in tubo capillari ſuſtineri vi attractiva ſuperficiei annularis internæ tubuli, mediante annulo canaliculi aquei, cui ſuprema cylindruli ſuſpenſi ſuperficies cohæret, & contigua eſt.

Neque ſatis feliciter Hauksbeii opinionem refellit Jurinus hac ratiocinatione; cum nempe, inquit Jurinus, altitudo aquæ in tubis capillaribus ſemper ſit in ratione reciproca diametri, hinc ſequitur, quantitatem conſtantem ſemper eſſe ſuperficiem illam, quæ ſuſpenſam aquam ſuſtinet; ſed columna aquea ſuſpenſa in quolibet tubo

ſem-

ſemper eſt, ut diameter; quare ſi attractio totius ſuperficiei internæ aquam ſuſpenderet, inde colligeretur, cauſis inæqualibus effectus inæquales produci, quod eſt abſurdum. Sed tota hæc Jurini ratiocinatio facile refellitur. Nullius uſus eſt notiſſimum principium; *effectus* nempe *cauſis ſuis proportionales eſſe*, niſi agatur de cauſa prima, & unica; non vero ſi agatur de effectu aliquo, qui oritur ex cauſis plurimis, & ſeorſim æſtimandis. Ita dum aſcenſus aquæ in diverſis tubis capillaribus inter ſe comparantur, ſuperficiei cujuſque attractio oritur ex attractionibus ſingularum particularum vitri in ſingulas aquæ particulas. Quia autem vires ſingulæ, quæ vim totam ſuperficiei únius componunt, non ſunt æquales inter ſe, ex duarum ſuperficierum æqualitate concludi non poteſt attractionis æqualitas, niſi cætera ſint paria. Simili ratione, etiamſi concederetur, ſolum annulum ſuperiorem aquę contiguum attractionis cauſam eſſe; inde concludi minime poſſet, pondus ſuſpenſum huic diametro proportionale eſſe; hujus enim annuli vis tota haberi non poteſt, niſi virium ſingularum ſumma habeatur. Quæſtionem hanc ad ſublimiorem geometriam revocavit vir doctiſſimus D. Clairaut in eximio opuſculo de figura telluris, ſed rem faciliori doctrina tractaſſe nobis ſatis ſit; cæterum clariſſimi viri tuborum capillarium phænomena ex vi attractiva repetunt & in ſolo explicandi modo differunt.

Inſt. I. Vis attractiva in omni fluidorum ſpecie ſeſe manifeſtaret, quod tamen ex-

pe-

perientiæ repugnat; nam mercurius per tubum capillarem non ſolum non aſcendit, ſed infra libellam deſcendit; & quidem eo magis quo minor eſt tubi diameter. Ergo &c..... Reſp. N. Conf. Ex doctrina hactenus explicata intelligitur qua de cauſa mercurius per tubos capillares deſcendat. In hujus concluſionis probatione demonſtravimus fluidi per tubos capillares altitudinem eſſe in ratione directa differentiæ virium attractivarum fluidi ad vitrum & fluidarum particularum inter ſe, atque in ratione reciproca diametri, quam rationem hac formula exhibuimus, $c = \frac{p-q}{d}$. Si quantitas $p - q$, ſit affirmativa, jam altitudo eſt poſitiva, & aqua ſupra libellam aſcendit. Verum ſi fluidarum particularum attractio mutua major ſit quam attractio ad vitrum, ut contingit in mercurio, hoc eſt, ſi q, major ſit quam p, jam quantitas c, fit negativa, ac proinde aſcenſus mutatur in deſcenſum, atque deſcenſus ille erit reciproce ut diameter, quod cum experimentis probe conſentit. Simili ratione, quia virium differentia $p - q$, in infinitum variari poteſt, hinc diverſiſſimæ altitudines oriuntur pro fluidorum varietate atque etiam pro diverſa tuborum capillarium vi attractiva. Inde etiam intelligitur quare tubo capillari ab aqua avulſo, ſuſpenſa tamen aqua remaneat intra tubum, ſi tantiſper attollatur. Et quidem in formula $c = \frac{p-q}{d}$,

eva-

evaneſcit vis q, manetque vis tota p, non imminuta. Hæc autem omnia phœnomena per nullum fluidum, nequidem per ætherem carteſianum explicari poſſe videntur. Et certe ſi fluidum aliquod ſit aſcenſus cauſa, nulla ratione intelligitur quid ad majorem altitudinem conferat, ſi tubus capillaris ab aqua extrahatur. Multo minus reddi poterit ratio cur fluida quædam graviora altius aſcendant, contra autem humilius ſubſiſtant fluida alia minus gravia. Et quidem fluidum premens, quodcumque ſit, in fluidum ſpecifice levius vim majorem exerceret. Neque eſt quod hic refellamus commentitiam de inæquali aeris preſſione quorumdam philoſophorum opinionem; hypotheſeos commentum ſatis demonſtrant experimenta quæ felicius ſuccedunt in vacuo Boyliano quam in aere aperto.

Inſt. II. Obſervavit diligentiſſimus vir Muskembroekius, pro majori tuborum capillarium altitudine ad majorem quoque altitudinem fluida ſublevari. Illud vero experimentum totam attractionis doctrinam evertere videtur. Etenim attractio illa quę aſcenſum per tubos capillares produceret, in minimis duntaxat diſtantiis agere debet. At cauſam aſcenſus diffuſam eſſe per totam tubi longitudinem demonſtrat Muskembroekii experimentum. Quare poſito experimento ſic argumentantur aliqui. Ea admitti non debet præmiſſorum phœnomenon cauſa quam experimenta ipſa deſtruunt, atqui &c. Ergo... Reſp. C Maj. N. Min. Muskembroekii experimentum ſæpius fuit iteratum & ſucceſſu caruit; ſumma diligentia capta-

captatæ fuerunt fluidi altitudines in diverſis tubis, atque ad eas nihil omnino conferre diverſam tuborum altitudinem conſtanter obſervatum eſt. Nec tamen clariſſimum Muskembroekium alicujus oſcitantiæ in faciendis experimentis accuſare quis audeat; tales enim errores vix ulla diligentia aliquando vitari poſſunt; ſubtiliſſima enim experimenta illa pendent ex interna tuborum capillarium ſuperficie, quæ eximie perpolita & ejuſdem accurate diametri eſſe debet; quæ quidem experimentorum ſubtilitates periculoſæ omnino ſunt & difficiles. Cæterum clariſſimo viro fidem nos damus petimuſque viciſſim.

Prolixius eſſet ſingula explicare experimenta, cauſam generatim indicaſſe ſatis ſit, ad alia enim properare nos jubent & præſcripta brevitas & major fortaſſe utilitas; prætermittere tamen non licet hypotheſim quam Voſſii aut Borelli aut Carrei appellant; adjumentum ſcilicet aſcenſus in abolita gravitatione quæſiverunt; ajunt nempe cylindrulum ſuſpenſum nullam preſſionem in ſubjectam aquam exercere & deſtructa gravitate id fieri præcipitanter affirmant quod ſcilicet pondus cylindri in tubo levius factum ſit reſpectu aquæ in vaſe, ideoque, rupto æquilibrio, aqua debet aſcendere, non ſecus ac fieri demonſtravimus, ubi fluida duo ſunt diverſæ gravitatis ſpecificæ. Hypotheſis illa, quam magno apparatu refellunt aliqui, primis Phyſicæ principiis repugnat. Et quidem lapis e fune pendens, numquid levior evaſit? An minor potentia requiritur ut ſurſum tollatur?

tur? An igitur cylindrus aqueus omni ſua gravitate vi illum ſublevanti non reſiſtit? quia cum vitro cohæret. Sed hæc ſatis dicta ſint; de hac autem celeberrima quæſtione, ut alios prætermittam Scriptores plurimos, legantur opuſcula quæ in commentariis Petropolitanis to. 8. & 9, tradidit vir doctus æque ac diligens Weitbrechtius.

ARTICULUS III.

De fluidorum motu.

I. SI particularum fluidarum figura mutuaque diſpoſitio phyſicis compertæ eſſent, ad vulgares & in phyſica generali demonſtratas motuum leges revocari poſſent fluida; problema enim ſemper determinatum eſt, ſi invenienda proponatur mutua corporum actio, dummodo nota ſit eorumdem corporum figura poſitioque reſpectiva. At in præſenti argumento dolendum eſt quod problema non ſit geometrice determinatum, ſed experientias difficiles atque etiam hypotheſes requirat. Quare hic pauca tantum exponemus quæ experimentis & facili ratiocinatione innoteſcunt.

Si fluidum aliquod vi comprimentis fluidi moveatur, velocitas fluidi exeuntis ad datam quamlibet altitudinem ea eſt quam fluidum acquireret cadendo ex eadem altitudine data. Hanc velocitatum legem demonſtrat experientia & facilis ratiocinatio confirmat. Etenim fluidum aliquod vi alterius fluidi prementis e tubo cylindrico exeat,

exeat, vis comprimens eſt ut pondus fluidi prementis, nempe ut productum ex baſi in altitudinem. Quia vero idem tubus conſideratur cujus proinde eadem eſt baſis, mutata tantum fluidi altitudine, erit pondus comprimens ut fluidi altitudo. Eſt autem vis comprimens ut quantitas motus dato tempore genita, hoc eſt, ut quantitas fluidi dato tempore exeuntis per velocitatem multiplicata: Sed quo major eſt velocitas, eo major eſt fluidi quantitas dato tempore erumpens; ergo quantitas motus eſt ut quadratum velocitatis ac proinde altitudo eſt in ratione duplicata velocitatis, & velocitates ſunt in ratione ſubduplicata altitudinum; atque hæc eſt ipſa lex quam deſcendendo ſervant corpora ſolida.

II. Si tubi duo ejuſdem diametri & ejuſdem altitudinis, recti fuerint vel quomodocumque inclinati, eandem fluidi quantitatem iiſdem temporibus effundent. Etenim ſi in tubis duobus omnia fuerint paria, res eſt evidens; at demonſtratum eſt, eadem manente altitudine, tubi perpendicularis vel inclinati fundum æqualiter comprimi; eædem ergo fluidi quantitates eodem tempore exeunt; atque hinc etiam facile colligitur, manente tuborum altitudine, ſed mutata diametro, fluidi quantitates eſſe ut baſes ac proinde in ratione duplicata diametrorum. Hinc data quantitate aquæ ex tubis duobus effluentis dataque tubi alterutrius altitudine, inveniri facile poteſt tubi alterius altitudo. Etenim cum ſit quantitas aquæ dato tempore effluens ut ipſa velocitas, ac proinde in ratione ſubdu-

duplicata altitudinis, ſtatim per regulam trium invenitur tubi altitudo quæſita. Similiter data altitudinum ratione & data quantitate aquæ ex tubo alterutro effluentis, inveniri poterit quantitas aquæ e tubo altero exeuntis. Tandem ſi tuborum altitudines ſint inæquales & inæqualia etiam foramina, erunt quantitates aquæ eodem dato tempore in ratione compoſita ex duplicata diametrorum & ſubduplicata altitudinum. Hæc autem omnia maximæ ſunt utilitatis, ſi certa aquæ portio, pro data ratione, per varios canales diſtribui debeat. Verum in his omnibus attendere oportet & variis experimentis probare canalium aſperitatem; hæc enim aquarum fluentium velocitatem maxime retardat.

III. In præcedentibus demonſtrationibus probe obſervandum eſt aquarum velocitatem a nobis inveſtigari, in hypotheſi tantum quod fluidum exeat vi alterius fluidi comprimentis. Evidens autem eſt has demonſtrationes transferri non poſſe ad effluxum aquæ per tubum cylindricum utrinque apertum & ſine fundo ullo, quod tamen in omnibus fere phyſicarum inſtitutionum libris factum legitur. Etenim manifeſtum eſt in hoc fluidum inſtar maſſæ omnino ſolidæ per tubum deſcendere; neque enim partes quæ eadem moventur velocitate ullam in ſe mutuo preſſionem exercent. Si autem fluidum per foramen fundo aptatum exeat, tunc particulæ ſingulæ preſſionem aliquam obliquam & e latere ſuſtinent ab aliis contiguis fluidi columnis; at preſſionem illam æqualem eſſe ponderi co-

columnæ fluidæ cujus baſis eſt ipſa foraminis amplitudo non ſine difficiliori geometriæ apparatu demonſtrari poteſt; neque rem certo conficiunt vulgares phyſici qui facilioribus utuntur principiis. Verum quia nec difficiliorem demonſtrandi rationem adhibere nobis licet, nec demonſtratione minus accurata uti nobis placet, ſatis ſit obſervare hanc fluidorum deſcendentium legem experientia comprobatam eſſe atque etiam geometrice demonſtratam, ſi minima ſit foraminis amplitudo.

IV. Si fluidum aliquod in vaſe, GHln, (Fig. 1.) cujuſcumque figuræ defluat, & in eodem ſtatu ubique maneat, hoc eſt, in nullo loco intumeſcat vel detumeſcat, diviſo fluido in ſectiones, ed, hk, ad Em, perpendiculares, erit cujuſcumque ſectionis velocitas in ratione inverſa latitudinis, hoc eſt, velocitas in, cd, erit ad velocitatem in, hk, ut hk ad cd. Etenim ponantur ſpatia cdeg, egrs, hkln, lnqp, indefinite parva & æqualia; dum portio fluidi cdeg perveniet in egrs, portio hkln fluet in lnqp. Quare velocitas in ſectione hk, erit ad velocitatem in ſectione cd, ut af, ad im, nempe ut ſpatia iiſdem temporibus percurſa; ſed (ex hyp.) af $\times$ cd $=$ hk $\times$ im, ac proinde af: im $=$ hk: cd, quare velocitates quæ ſunt ut af, im, erunt etiam ut hk, cd. Principium illud ad fluminum curſum transferri poteſt. Flumen *in eodem ſtatu manere* vel *in ſtatu manente eſſe* dicitur, ſi inter fluendum nuſquam attollitur ejus ſuperficies vel deprimitur. Quare ſi flumen in ſtatu manente

per-

perſeveret, velocitates erunt in ratione ſectionum reciproca, ſive æqualibus temporibus æquales aquæ quantitates fluent per ſingulas fluminis ſectiones, ſi tamen cetera omnia fuerint paria. Etenim tranſire ponatur plus aquæ per ſectionem cd, quam per ſectionem hk, intumeſcet aqua inter has ſectiones nempe in cdhk; ſin vero plus aquæ flueret per ſectionem hk, quam per cd, aqua inter has ſectiones decreſceret contraria ratione, ac proinde flumen non in eodem ſtatu maneret; ſed de fluminum curſu multa & quidem utiliſſima in appendice obſervabimus.

V. Si aqua fluat per tubum vel per canalem ex quo deinde ad verticalem altitudinem reſilire poſſit, ſecluſis omnibus impedimentis, ad eam ex qua decidit altitudinem perveniet, quæcumque ſit tubi vel canalis inclinatio. Id autem facile colligitur ex corporum deſcendentium lege quam a fluidis etiam ſervari oſtendimus. Conſulere hic debent Tyrones quæ de corporum deſcenſu in phyſica generali demonſtravimus. Inde etiam evidens fit fluidum data aliqua velocitate per altitudinem perpendicularem acquiſita e tubo inclinato effluens per curvam parabolicam relabi, prorſus ut faciunt corpora ſolida.

Ex hac doctrina inſtrumenti cujuſdam occaſionem nactus eſt D. Pitot academiæ Pariſienſis ſocius. Adhibet tubum inflexum cujus pars ſuperior verticalis eſt, pars autem inferior horizontalis, quam aquæ fluenti immergit. Jam aqua tubum horizontalem ingreſſa ad certam altitudinem in tubo

bo verticali aſcendit, ad eam ſcilicet altitudinem ex qua fluidum cadendo acquireret quæſitam velocitatem, atque hinc vir clariſſimus amnis profluentis velocitatem in diverſis locis diverſiſque altitudinibus æſtimare tentavit; ſed irrito prorſus conatu. Et quidem aqua in tubum horizontalem influens in ipſo crurum angulo reſiſtentiam maximam experitur, cui reſiſtentiæ jungenda eſt retardatio ex mutuo partium attritu oriunda. Ex iiſdem principiis velocitatem ſanguinis per animalium venas & arterias fluentis æſtimare jam antea conatus erat, ſed infeliciori ſucceſſu clariſs. Haleſius, qui in eximio opere cui titulus eſt: *Statica animalium*: minimum tubulum eo fere quem diximus modo comparatum ſe inſeruiſſe refert ſectis animalium venis & arteriis, ut ex ſanguinis exilientis altitudine velocitatem expiſcaretur; ſed non video quænam ex tali inſtrumento haberi poſſit utilitas; nam præter incommoda cum inſtrumento præcedenti communia, alia ſunt plurima; nempe venæ & arteriæ ſectio magis vel minus nitide terminata, magis minuſve anguſta, ſanguinis retardatio ex animalium canalibus in aerem exilientis, aliæ ſunt difficultates omnino inſuperabiles. Quare patet talia experimenta nihil omnino conferre ad determinandam ſanguinis velocitatem in ſtatu ſuo naturali; illud autem problema a *Phyſico-medicis* ſæpius tentatum & geometriæ atque algebræ magno apparatu ornatum, doctiſſimorum quoque geometrarum vires longe ſuperat niſi fictitiis hypotheſibus utantur. Satius er-

ergo eſſet talia problemata pro deſperatis relinquere & alia valetudini noſtræ utiliora inveſtigare.

ARTICULUS IV.

De reſiſtentia fluidorum.

I. DE hac intricatiſſima doctrina algebræ etiam reconditiori fere impervia, pauca tantum delibare licebit; præmiſſis quibusdam de fluidorum percuſſione principiis. Si plana duo æqualia & immota, ut DC (Fig. 2.) incurrente fluido directe percutiantur, erunt percuſſiones ſive ictus impreſſi ut quadrata velocitatum. Si autem velocitates ſint æquales, ſuperficies autem inæquales, percuſſiones erunt ut ſuperficies; tandem ſi inæquales fuerint velocitates & ſuperficies, erunt percuſſiones ut ſuperficies & quadrata velocitatum ſimul. Etenim conſiderentur fluidi filamenta AF, tanquam ex minimis globulis compoſita, quorum alii poſt alios ſuo ordine moventur. Iam quilibet globulus tanquam corpus ſolidum poteſt conſiderari; ponatur in fluido AF velocitas triplo major, globulorum numerus triplo major eodem tempore moveri debet, ac proinde quantitas motus ſeu ictus magnitudo erit ut productum ex maſſa triplo majori in velocitatem triplo majorem; ſed quo major eſt velocitas, eo major eſt globulorum eodem tempore incurrentium numerus; ergo ictus impreſſus, cæteris paribus, eſt ut quadratum velocitatis.

tatis. Præterea ſi eadem manente velocitate, inæquales fuerint ſuperficies, quo major eſt ſuperficies, eo major erit particularum eodem tempore incurrentium numerus, ac proinde ob eandem velocitatem, quantitas motus erit ut particularum numerus, hoc eſt, ut ſuperficies. Quare ſi diverſa fuerit velocitas & diverſa etiam ſuperficies, erit percuſſio ſeu ictus magnitudo in ratione compoſita ex ſimplici ſuperficierum & duplicata velocitatum.

II. Nec difficilius invenietur percuſſio obliqua. Superficies duæ æquales DC, DE eidem fluido incurrenti objiciantur; una quidem DC, directe, altera autem DE, oblique. Cum ſingula fluidi filamenta ſecundum directiones parallelas BD, AC, incurrant (ex hyp.) angulus FDE, equalis erit angulo alterno DEG. Jam ſumatur DE, vel DC, pro radio vel ſinu toto, erit DG, ſinus anguli DEG vel FDE: ſed numerus filamentorum directe incurrentium eſt ad numerum filamentorum quæ incurrunt oblique ut DG ad DG; & præterea, cæteris paribus, percuſſio obliqua eſt ad percuſſionem directam ut DG ad DC, hoc eſt, ut ſinus anguli incidentię ad ſinum totum, ex demonſtratis in Phyſica generali; ergo percuſſio directa eſt ad percuſſionem obliquam ut quadratum ſinus totius ad quadratum ſinus anguli incidentiæ. Si autem ſuperficies fuerint etiam inæquales, erit percuſſio directa ad obliquam in ratione ex his tribus compoſita, nempe percuſſio directa eſt ad obliquam ut quadratum ſinus totius & ſuperficies ſimul ad quadra-

dratum ſinus incidentiæ & ſuperficiem ſimul. Quare etiam evidens eſt ſuperficierum inæqualium percuſſionem obliquam eſſe in ratione duplicata ſinuum incidentiæ & ſuperficierum conjunctim.

III. His præmiſſis de fluidorum percuſſione, jam pauca explicabimus de reſiſtentia quam corpora in fluido delata experiuntur. Si corpus aliquod in fluido moveatur, occurrentes fluidi particulas percutit & in eas transfert aliquam motus ſui partem; hinc corporis velocitas retardatur atque tandem omnino extinguitur. Itaque reſiſtentia proportionalis eſt quantitati motus amiſſæ, vel etiam, quod idem eſt, producto ex quantitate fluidi quæ loco movetur in velocitatem acquiſitam. Quare ſi corpus velocitate uniformi moveatur in medio reſiſtente, neceſſum eſt huic corpori perpetuo applicari vim aliquam quæ fluidi reſiſtentiam indeſinenter ſuperet, alioqui motum ſuum tandem amitteret. Hæc autem vis eadem perpetuo manere debet; cum enim mobile temporibus æqualibus ſpatia æqualia percurrat, eandem temporibus æqualibus reſiſtentiam debet experiri. Jam ponamus corpus aliquod in fluido moveri velocitate triplo majori, eodem tempore ſpatium triplum percurrit, quod fieri non poteſt niſi fluidi volumen triplo majus e loco moveat; præterea volumen illud accipit velocitatem triplo majorem; nam dum e loco movetur, percurrere debet ſpatium æquale huic eidem ſpatio quod corpus deſcribit. Igitur dum corpus movetur velocitate tripla, maſſam fluidi triplo

majorem velocitate tripla impellit. Quare cum reſiſtentiæ ſint ut quantitates motus in fluidum translatæ, erunt eędem reſiſtentiæ ut tripla maſſa per triplam velocitatem multiplicata, hoc eſt, generatim ut quadratum velocitatis.

IV. Si globi duo inæquali velocitate moveantur in fluido, reſiſtentias patientur quæ ſunt ut quadrata velocitatum & quadrata diametrorum conjunctim. Nam reſiſtentiæ ſunt ut quadrata velocitatum & ſuperficierum ſimul, ſed ſuperficies ſunt ut quadrata diametrorum; ergo reſiſtentiæ ſunt in ratione compoſita ex duplicata velocitatum itidemque duplicata diametrorum. Quare ſi velocitates ſint æquales, reſiſtentiæ ſunt ut quadrata diametrorum. Porro evidens eſt proportionem non valere, niſi eadem ſit fluidi aut corporis directio. Cæterum ex demonſtratis colligitur corpora vi gravitatis per fluidum deſcendentia reduci tandem ad motum uniformem. Ponamus corpus per aerem deſcendere, illius velocitas primum eſt accelerata; ſed creſcente velocitate creſcit quoque aeris reſiſtentia. Porro ſi ex duabus quantitatibus inæqualibus, minor perpetuo creſcat, altera eadem manente, perveniri tandem debet ad terminum in quo minor majori æquatur; quare cum gravitas eadem maneat, continuo creſcente reſiſtentia; evidens eſt motum uniformiter acceleratum reduci tandem ad uniformem, ob gravitatis & reſiſtentiæ æquilibrium, quod demonſtrat experientia. Hinc facile ſatisfit objectioni quam in phyſica generali breviter tantum attigimus;

cum

cum nempe uniformiter acceleratus eſſe debeat motus ex gravitate oriundus, qui tamen elapſo tempore aliquo uniformis deprehenditur, gravitatis doctrinæ prima fronte contraria videri poſſent experimenta.

V. In præcedentibus demonſtrationibus nonnullas adhibuimus hypotheſes quæ cum ipſa fluidorum natura non ſatis accurate conſentire videntur. Ita dum fluidi percuſſionem in planum aliquod inveſtigamus, fluidum a nobis ponebatur tanquam compoſitum ex diverſis filamentis in planum incurrentibus, quorum partes ſingulæ erant in directum poſitæ; fingebamus quoque filamenta illa in planum ita impingere ut poſt reflexionem ab ipſo plano motus mutuos minime perturbarent, quæ quidem hypotheſes cum natura fluidorum minime conveniunt; ſunt enim particulæ fluidorum vario ordine inter ſe diſpoſitæ, ſecundum varias directiones in ſe mutuo incurrunt, ſeſe diverſiſſimis indirectiſque ictibus mutuo percutiunt, quas quidem conditiones aliaſque plurimas nobis omnino ignotas definire non licet. His difficultatibus adjungi etiam debet reſiſtentia ex particularum fluidarum tenacitate, gravitate, mutuoque attritu. Attamen non obſtantibus præſentis doctrinæ incommodis atque ambagibus, nemo ſibi perſuadeat eam nullius eſſe utilitatis; probe enim diſtingui debent demonſtrationes quæ certis experimentis innituntur ab aliis propoſitionibus quæ ex incerta fluidorum natura colliguntur. Ita de fluidorum doctrina multa demonſtravimus quæ ex preſſionis æqualitate unice pendent; ita

etiam dum fluidorum percuſſionem inveſtigavimus illorumque reſiſtentiam, accuratiſſimis experimentis notam eſſe ponimus fluidorum velocitatem, quæ quidem in plurimis ſaltem caſibus omnem geometriæ & algebræ induſtriam effugere videtur; ſed quo magis accurata ſunt experimenta, eo magis ad veritatem accedet doctrina geometrica, ſi, ea qua par eſt, diligentia tractetur.

APPENDIX

De quibuſdam capitis præcedentis utilitatibus.

I. DE fluidorum natura nihil eſt quod in hac appendice obſervemus, niſi ut recordemur anguſtos ingenii noſtri limites, quorum quidem conſcius eſſe debet quiſquis veram phyſicam probe excolit; plurima enim imo omnia mirari cogimur naturæ phœnomena; hanc veritatem ſentiunt quidem omnes rerum phyſicarum bene docti, quamvis eam, ut facere deberent, philoſophica ingenuitate non ſemper profiteantur.

Fluidorum doctrina maximas in arte nautica habet utilitates, unam ex multis ſeligere ſatis erit. Ex præcedentibus demonſtrationibus patet tantam navis partem aquæ immergi, donec æqualis aquæ moles totius navis pondus adæquet. Hinc ſtatim definiri poteſt juſtum pondus navi imponendum. Pondus totum navis ex duabus partibus componitur, nempe ex proprio navis pondere & ex juſto pondere navi imponendo. Duo illa pondera efficiunt ut na-

vis

vis ad datam profunditatem demergatur. Itaque menſuretur capacitas hujus partis navis quæ aquæ ſubmerſa eſt, priuſquam pondere gravetur, & calculo definiatur quantum pondus habiturum ſit æquale aquæ volumen, pondus inventum navis ponderi erit æquale. Jam navi pondus imponatur, ad majorem profunditatem navis demergitur, atque iterum pondus navi æquatur ponderi aquæ ejuſdem cum parte immerſa voluminis; primum pondus ab altero ſubtrahatur, differentia æqualis erit ponderi imponendo. Itaque data profunditate ad quam navis juſto pondere onuſta intra aquas latere debet, & data etiam profunditate ad quam navis proprio pondere aquis immergitur, tota res huc revocatur, ut nempe determinetur per geometriam utriuſque capacitatis differentia, & deinde inveniatur pondus aquæ ejuſdem cum hac differentia voluminis; ſed quæ ad artem nauticam ſpectant fuſius perſequi non licet; ſunt enim ſublimioris doctrinæ; at de fluminum curſu fuſius dicemus.

II. Doctrinæ præcedentis utilitatem in fluminum curſu pluribus demonſtrare ſuperfluum eſt; ſatis eſt cogitare in Italia præſertim veſtra fertiliſſimos agros fluminum exundantium impetu devaſtatos, innumerabilium hominum fortunas aquis everſas. Quæ cum ita ſint, brevioribus, quantum potero, verbis hic colligam utiliſſima ſane principia quæ de fluminum natura tradidit vir peritiſſimus Guillelminus.

Fluminum aquæ ſuam ut plurimum habent ſcaturiginem in montibus vel in loco

aliquo ſublimi; deſcendendo velocitatem acquirunt; hæc tamen velocitas deinde ob perpetuam fundi littorumque reſiſtentiam atque etiam ob minorem deſcenſus declivitatem retardatur. Si velocitas acquiſita diverſis impedimentis extinguatur omnino, ita ut horizontalis fiat fluminis curſus; jam nihil eſt quod fluminis curſum tueri poſſit præter aquarum altitudinem vel preſſionem perpendicularem; verum, quod quidem primo aſpectu paradoxum videri poſſet, hæc ultima celeritatis cauſa eo magis creſcit quo magis velocitas prædictis impedimentis retardatur; nam quo majorem acquiſitæ velocitatis partem aqua amittit, eo magis attollitur illius ſuperficies.

Aqua ſuperior & a littoribus remotior, ſola declivitatis ratione etiamſi valde exigua ſit, ſemper fluere poteſt; cum enim nullo obſtaculo impediatur, minima declivitas ad motum ſatis eſt. At aqua inferior fundo incumbens nullum fere motum ob exiguam declivitatem maximamque reſiſtentiam, admittit, & ſola aquæ ſuperioris preſſione fluit. Partium viſcoſitas atque tenacitas id debent efficere ut nempe partes inferiores ſuperiorum preſſione moveantur, atque ſuperiores ſecum trahant, quæ quidem in alveo horizontali vel parum declivi, nihil aut fere nihil moverentur. Itaque partes inferiores motum ex preſſione acceptum in partes ſuperiores aliqua ex parte transferunt. Ea de cauſa fit ut maxima fluminis velocitas in media a fundo diſtantia obſervari ſoleat; in hoc enim loco dimidia aquæ preſſione fluminis

cur-

curſus acceleratur, nec fundi impedimentis retardatur. An fluminis aqua vi preſſionis perpendicularis decurrat, an vero acquiſita per deſcenſum velocitate, hoc experimento poteſt explorari; profluenti amni objiciatur aliquod obſtaculum ipſi aquæ perpendiculare; ſi aqua verſus obſtaculum accumuletur & intumeſcat, velocitas ex alvei declivitate oritur. At ſi aqua ſiſtatur tantum, velocitas preſſioni tribuenda eſt.

Flumina ſuum alveum ſibi cavant. Si fundus ſit admodum declivis, aqua maximam acquirit velocitatem; quare partes fundi elatiores abripere & complanare debet eaſque in loca humiliora transferre, atque ita fundum ad ſitum horizontalem redigere. Quo major erit aquæ velocitas, eo profundiorem alveum ſibi excavabit. Ubi aqua alveum horizontatem ſibi effecit, ipſa quoque motu horizontali fluere incipit ac proinde in ipſum alvei fundum vim minorem exercet, donec tandem illius vis reſiſtentiæ fundi æqualis fiat. Tunc autem fundus ſaltem per longum tempus in ſtatu manente perſeverat; illud vero tempus longius eſt vel brevius pro qualitate ſoli; nam E. G. argilla & creta diutius reſiſtunt quam arena & limus.

Præterea aqua alvei ſui littora perpetuo corrodit, idque facit eo majori vel minori vi quo magis vel minus ad directionem perpendicularem percuſſio accedit. Hoc perpetuo conatu alvei crepidines, quantum fieri poteſt, fluentis aquæ directioni redduntur parallelæ. Itaque minus tortuoſus fit aquæ curſus, alveus latior evadit, ac pro-

inde aliquid profunditatis ideoque etiam aliquid preſſionis flumen amittit: id autem tandiu fieri pergit, donec inter vim aquæ littorumque reſiſtentiam detur æquilibrium; quod quidem æquilibrium tandem fieri demonſtrat experientia; cum fluminum profunditatem & latitudinem ultra certos limites creſcere non obſervetur. Aliquando tamen contrarium ſuccedere poteſt; fluminum quorum aquæ ſunt craſſiores & limoſæ, in ipſo alvei fundo materias heterogeneas deponunt, ideoque minor fit alvei profunditas. Littora etiam continua talis materię depoſitione ad ſe invicem poſſunt accedere; imo fieri poteſt ut materiæ illæ extra profluentis amnis directionem longius excurrentes, & idcirco tardiori motu agitatæ, tandem quieſcant omnino novamque ripam conſtituant. Porro illi diverſi effectus fere ſemper concurrere & pro varietate locorum diverſimode inter ſe conjungi videntur; hinc difficillimum eſt de his effectibus judicium, qui tamen effectus probe cogniti eſſe debent, antequam aliquod tentetur opus quod in fluminis ſtatu mutationem aliquam afferre poſſit: præſertim ſi alio deducendus ſit fluminis curſus.

Flumen minus in eodem communi alveo cum flumine majore aquas miſcere poteſt ſine ullo latitudinis vel profunditatis incremento. Hujus paradoxi ratio eſt quod fluminis minoris acceſſio majoris fluminis aquas prope littora quieſcentes agitet, profluentis amnis velocitatem augeat in ratione quantitatis aquæ auctæ. Ita ramus fluminis quod *Padus* dicitur prope Venetias licet

licet auctus ramo *Ferrarienſi* & alio etiam flumine quod vocatur *Panarus*, nullam tamen in ſuis dimenſionibus mutationem oſtendit. Si flumen aliquod in aliud influat vel perpendiculariter vel ſecundum quamlibet directionem, priſtinam directionem ſenſim amittit & in novo alveo permixtis aquis flumen utrumque confluit. Hæc autem conjuncta flumina velocius decurrunt, tum ob diminutam littorum reſiſtentiam, tum ob majorem currentis aquæ a littoribus diſtantiam; aqua enim velocius atque facilius fluit ob majorem aquę quantitatem, quæ, aucta velocitate, alveum cavare debet atque ad tantam profunditatem ut alvei crepidines ad ſe accedant. Hinc perſæpe fit ut conjuncta flumina minus ſpatium in telluris ſuperficie occupent quam ante. Mediam ſive communem fluminum confluentium directionem invenire problema eſt difficillimum. Hoc unum obſervare ſatis erit, communem directionem magis accedere ad directionem fluminis quod majori pollet aquarum impetu, ac proinde poſita in utroque flumine virium æqualitate directio communis in medio jacebit loco. Cætera vero quæ hac de re tradidit D. Pitot in monumentis Pariſienſibus anno 1738, ad ſeveritatem geometricam non videntur omnino compoſita.

Ex his omnibus colligitur, in fluminum exundatione duo vel maxime adhibenda eſſe remedia; flumen nempe, contracto alveo facilius continetur; creſcente enim in hoc caſu velocitate, flumen alveum profundiorem ſibi effodit. Eadem ratione prę-

caventur aliquando fluminum exundationes, conjunctis fluminibus, non autem diviſis, quæ quidem aquarum diviſio non ſine graviſſimo damno aliquando facta videtur. Si autem in aliquo caſu minui oporteat aquæ velocitatem, id parum feliciter præſtant extructi pontes, oppoſita repagula aliaque id genus impedimenta; aqua enim in hæc obſtacula incurrens attollitur & ſua mole velocitatem aquæ intra pilas fluentis non parum auget.

Si flumen intumeſcit, augetur illius velocitas donec tandem exundet; ſed exundante flumine decreſcit velocitas, eam procul dubio ob cauſam quod alveus augeatur magis quam pro quantitate aquæ; atque hæc videtur ratio cur exundatio verſus fluminis fauces minor obſervetur, ob majorem in hoc loco aquarum velocitatem. Quod autem ſpectat aquarum velocitatem verſus fluminis oſtium; prætermittendum non eſt mediam alvei aquam aliquando depreſſiorem eſſe quam verſus fluminis littora; cum enim aqua littori proxima minori velocitate moveatur, hæc refluente mari magis reprimitur. Ex hac velocitatum differentia inter mediam alvei aquam & eam quæ littori proxima eſt intelligere licet cur aqua in medio fluminis ſæpe intumeſcat maris impedimento non retardata, ob majorem aquarum in loco medio quam verſus ripas velocitatem. Hæc generatim dicta ſint de fluminum curſu; cæterum doctrinam geometricam turbant plurimum locorum circumſtantiæ, nec multum fidendum eſt audacioribus viris qui locorum imperiti

in

in periculoſiſſimo aquarum negotio remedia proponere audent felicemque exitum polliceri.

CAPUT II.

De fluidis Elaſticis.

IN capite præcedenti fluidorum doctrinam generatim conſideravimus, ſepoſita omnino illorum elaſticitate. Recta docendi methodus poſtulat ut de elaſticitate aliquid primum dicamus, deinde aeris proprietates expendamus, atque tandem præcipua phænomena quæ ex aeris elaſticitate pendent, diſtincte explicemus. Itaque tres erunt hujus capitis articuli. 1. Elaſticitatem generatim conſiderabimus. 2. Aeris noſtri qui eximia elaſticitate præditus eſt, proprietates demonſtrabimus. 3. Tandem pulcherrimam atque jucundiſſimam ſoni doctrinam quæ cum aeris elaſticitate conjuncta eſt explicabimus.

ARTICULUS I.

De Elaſticitate.

I. VIM elaſticam varioſque elaſticitatis gradus jam definivimus in phyſica generali; at de elaſticitatis cauſa plures ſunt phyſicorum opiniones quarum aliquæ falſæ demonſtrantur, nulla autem vera oſtenditur. Carteſiani rem ita explicant: dum comprimitur vel tenditur corpus aliquod elaſticum & in modum arcus flectitur, a

ſe invicem recedunt particulæ in ſuperficie convexa & ad ſe invicem accedunt in ſuperficie concava. Hinc in parte concava anguſtiores fiunt pori, & ex rotundis V. G. ovales fiunt. His autem poſitis fieri ajunt ut materia ſubtilis ex anguſtioribus poris in quibus compreſſa latet elabi conetur, atque hoc conatu corpus ad priſtinum ſtatum compellat.

Recentiores Carteſiani quorum agmen ducit celeberrimus Malebranchius elaſticitatis cauſam tribuunt minimis ſubtiliſſimæ materiæ vorticulis quibus corpora omnia plena eſſe fingunt. Itaque compreſſi vorticuli figuram ſphæricam in ovalem mutant, creſcit vis illorum centrifuga qua tandem in priſtinum ſtatum compreſſas corporum partes reſtituunt. Alii autem phyſici materiæ ſubtili vel æthereæ primitivam elaſticitatem affingunt.

Nemo non videt hypotheſes illas vagas omnino eſſe nullamque genuinam elaſticitatis notionem nobis ingerere. Et quidem ſi pori ex parte convexa fiant ampliores, jam materia ſubtilis quæ formam quamlibet induere poteſt, eoſdem poros ſtatim facilius occupabit, ac proinde corpus in ſtatu compreſſionis manebit. Præterea liberalius Carteſianis concedamus vi materiæ ſubtilis corpora compreſſa ad priſtinum ſtatum redire, qua ratione explicabunt reciprocos illos tremuloſque motus quibus corpora elaſtica eunt & redeunt per aliquod tempus? Nullus alius intelligi poteſt fluidi Carteſiani effectus niſi ut corpus priſtinæ figuræ reſtituat. Quod ſpectat Malebranchii vorticu-

culos, tale figmentum haud firmiori nititur fundamento quam magnorum vorticum hypotheſis jam antea profligata. Præterea ſi vorticuli illi per intimas corporum omnium cellulas ſint diſſeminati, corpora omnia debent eſſe elaſtica. Tandem ſi materia ſubtilis vel ætherea ingenitam habeat ſeu primitivam elaſticitatem, rurſus interrogari poterunt talis hypotheſeos auctores quænam ſit hujus elaſticitatis cauſa, & nil quidquam ſe profeciſſe fateri cogentur.

II. Elaſticitatis cauſam ex attractione probabilius repetunt Newtoniani. Si corpus aliquod percutiatur vel comprimatur ita ut moleculæ e locis ſuis dimoveantur, non tamen ultra attractionis limites excurrant, ceſſante vi extrinſeca, mutua attractione ad priſtinum ſtatum redire debent moleculæ. Si autem Newtonianos quis interrogaverit cur attractio mutua in certis duntaxat corporibus elaſticitatem producat, id fieri reponent ob diverſam molecularum naturam variumque illarum ordinem, ac proinde & variam attractionem. Hinc ſi corpus fuerit compoſitum ex moleculis heterogeneis quæ diverſam habeant figuram, diverſaque polleant vi attractiva, excluſis e tota corporis maſſa certis particulis aliiſve ſubſtitutis, jam alia diverſæ naturæ orietur maſſa. Ita ſi lamella calybea liquefiat, hoc eſt, ſi in datam calybis maſſam & inter varias illius moleculas aliud molecularum ſyſtema intrudatur ex ignis aeriſque particulis compoſitum, debilior fiet atque etiam omnino evaneſcere poterit vis elaſtica. Quanquam hæc explicatio univer-

ſali

ſali attractionis lege innixa videatur, eam tamen nimis vagam eſſe & ad clare explicandos elaſticitatis effectus ſuperfluam ingenue fatemur. Id ergo ſtudioſis adoleſcentibus aſſidue inculcandum, ut de ignotis effectuum cauſis dubitare diſcant; præcipites enim opiniones & effectuum explicationes non ſatis determinatæ phyſices progreſſum maxime retardant.

III. His de elaſticitate generatim explicatis, jam de fluidis elaſticis pauca adjungemus. Fluidorum elaſticitatem ut explicaret Newtonus, poſuit ſingulas fluidi elaſtici particulas pollere vi centrifuga qua ſe mutuo fugiunt aut repellunt. Sed quidquid ſit, certiſſimum eſt elaſticitatem, ſi effectus tantum conſideremus, reduci poſſe ad actionem vis centrifugæ qua fluidi particulæ ſeſe mutuo repellunt; etiamſi talem vim centrifugam exiſtere certum non eſſet. Fluidorum elaſticorum preſſionem duntaxat conſiderabimus, illorum enim motum accurate explicare res eſt difficilior & ad explicandas aeris proprietates nullius fere utilitatis.

Fingatur virga elaſtica AB (Fig. 3.) plano immoto DN, affixa, & vi qualibet aut pondere A, comprimatur, ita ut redigatur in ſpatium AB, evidens eſt vires punctorum B, A, æquales eſſe, nempe puncti B, ſecundum BC, & puncti A, ſecundum directionem contrariam aA. Quare vis in B, ſecundum BC, æqualis eſt preſſioni ponderis A, nempe planum in B comprimitur non ſecus ac ſi pondus A, puncto B, incumberet. Jam removeatur planum DN,
ſub-

ſubſtituaturque virga altera elaſtica BC, priori æqualis & ſimilis, atque plano immoto dn affixa, evidens etiam eſt vim puncti C, verſus planum dn, æqualem eſſe vi puncti b, ſecundum directionem ba, vel quod idem eſt vi puncti b, ſecundum directionem bC, quæ quidem vis æqualis eſt vi puncti a ſecundum directionem aA; hæc autem poſterior vis æqualis eſt preſſioni ponderis A, quæ in primo caſu æqualis erat vi puncti a, unica exiſtente virga elaſtica; quare ex his omnibus æqualitatibus patet punctum C, comprimi vi æquali ponderi A; atque eſſe Cb = ba = Ba. Igitur generatim quicumque ſit numerus elaſtrorum, ſi eadem vi comprimantur, preſſio quam elaſtra exercent in planum immotum æqualis eſt preſſioni quam potentia comprimens in idem planum immediate exerceret, eritque ſpatium in quod elaſtra illa reducuntur ad ſpatium in quod eadem potentia redigitur elaſtrum unicum, ut eſt elaſtrorum numerus ad unitatem.

Jam intelligantur elaſtra duo AB, BC, plano immoto DN, affixa, primum elaſtrum comprimatur ut ante pondere A, alterum vero elaſtrum comprimatur in B, vi altera quæ ponderi A æquivaleat, vel alteri cuilibet potentiæ, punctum C, premetur vi æquali ponderibus A, B, ſimul ſumptis, elaſtrum AB premetur vi Bb, & elaſtrum BC, redigetur in ſpatium bC, minus quam ab. Nam vis puncti C, in planum, vel quod idem eſt, vis puncti b, ſecundum directionem ba, æqualis eſt actioni potentiæ B, prementi in b, & actioni puncti a, ſe-

a, ſecundum aA; nempe potentiæ A. Ergo punctum b, vel C, comprimitur vi A + B, & punctum a, vi A. Quare generatim quicumque ſit elaſtrorum numerus: quæ elaſtra ponderibus vel potentiis quibuſcumque premantur, elaſtra illa omnia in obſtaculum immotum preſſionem exercent, quæ ſemper æqualis eſt potentiarum vel ponderum ſummæ. Jam ponderum & elaſtrorum pars quælibet deſtrui vel removeri fingatur, atque reſidui ſuperioris ponderis loco ſubſtitutum intelligatur obſtaculum immobile, evidens eſt eandem manere preſſionem puncti C, cum elaſtrorum ſtatus & compreſſio nequaquam mutentur.

Hæc principia ſane evidentiſſima ad fluidorum preſſionem facile transferuntur. Si vas aliquod contineat fluidum elaſticum cujus partes ſingulæ urgeantur vi quacumque acceleratrice, & vires ſingulæ vaſis fundum comprimant, fundus vaſis, cæteris paribus, eodem modo premetur ac ſi fluidum in eodem manens ſtatu, vi elaſtica ſtatim deſtituatur; atque ad vas illud ſuſtinendum eadem neceſſaria erit potentia quæ ad ſuſtinendum fluidum non elaſticum requiritur, nempe requiritur potentia æqualis ponderi fluidi. Jam ponatur vas aliquod figuræ cujuſcumque fluido gravi & homogeneo plenum, atque fluidum ſola gravitatione partium ſuperiorum in inferiores ſtatim comprimatur & ad minus ſpatium redigatur, ex demonſtratis evidens eſt particulas eo magis compreſſas eſſe magiſque denſas quo magis ſunt fundo proximæ. Præterea etiam manifeſtum eſt denſitatem

in

in ſuprema fluidi ſuperficie, ante & poſt compreſſionem, manere eandem; cum ſuperficiei partes pondere duntaxat infinite parvo comprimantur. At ſi compreſſio fluidi non ſolum ipſius fluidi pondere, ſed vi alia qualibet etiam producatur, in hoc caſu ad determinandam fundi preſſionem, habenda quoque eſt ratio hujus alterius vis; poſitoque vaſe cylindrico, preſſio in fundum æqualis foret ponderi fluidi & vi alteri additæ, ut patet; quod quidem probe notandum eſt; hujus enim doctrinæ uſus recurret in proximo articulo.

Rebus ita comparatis, in antliam metallicam truditur embolus, quod fieri ſolet vi rotæ dentibus inſtructæ, aer compreſſus exitum quærit & revera, permiſſo tranſitu per valvulam, exit. Contrario rotę motu embolus attollitur, aer e campana vitrea per canaliculum deſcendit & tranſit in antliam, demiſſo iterum embolo aer comprimitur atque excluditur, ac tandem repetitis emboli alternis agitationibus campana vitrea omni fere aere vacua manet.

ARTICULUS II.

De aere illiuſque proprietatibus.

I. AER eſt fluidum illud telluri noſtræ circumfuſum, in quo vivimus & movemur. Tota hujus aeris moles *atmoſphæra* dicitur. Aerem inter elementa recenſebant aliqui veteres philoſophi; ſed aeris nomine intelligebant fluidum homogeneum, elaſticum, quod vulgaris aeris veluti baſis

eſt,

eſt. Et quidem aer noſtræ atmoſphæræ terreſtrium omnium corporum maxime heterogeneus impuruſque videtur; nam quidquid e terræ gremio jugiter exſpirat, quidquid e corporibus putreſcentibus evolat, quidquid vaporis ſubtiliſſimi ab aquis erumpit, id totum aer in ſe complectitur. In aere igitur continentur vapores, exhalationes omnium generum, ſales *volatiles* dicti, particulæ ſulphureæ, bituminoſe, oleoſæ, & aliæ innumeræ, ac proinde aer omnium corporum particulis fœdatus eſt; ſed notandum eſt tales particulas haud quidem æqualiter per atmoſphæram eſſe diſperſas. Si terra ſit vel paludoſa, vel corporibus putridis noxiiſque gravida, jam aer incumbens ejuſdem conditionis effluvia admittet. Hinc ex ipſa terræ natura pendet aliqua ex parte aeris temperies. Præterea etiam venti regulares nonnulli varias poſſunt abigere vel etiam avehere aeris particulas atque ita variis modis aerem vel repurgare vel inficere. Hæc autem breviter obſervata ſint, ex quibus intelligitur exiguam omnino eſſe aeris *elementaris* & proprie dicti portionem, ſi conferatur cum cæteris corpuſculis magna copia per aerem diſperſis. Nec minus patet per ſolam aeris perniciosam qualitatem explicari poſſe morborum quorumdam contagium, ſive morbi illi ex aere *immediate*, ſive ex ægrotorum vicinia contrahantur. Quare fictitia omnino ſunt mortifera, ut dicunt, animalcula quæ, graſſante contagio, per atmoſphæram volitare comminiſcuntur aliqui.

CON-

CONCLUSIO.

Aer gravis eſt & elaſticus.

Prob. I. Pars. Ipſum aeris pondus ad examen revocarunt veteres philoſophi. Globum intus cavum ad ſtateram expendebant; deinde aerem in eodem globo valide comprimebant, iterumque globi pondus accurate explorabant; aliquam deprehenderunt ponderis differentiam inter aerem noſtrum vulgarem & aerem denſiſſimum. Sed experimentum illud accuratius fuit iteratum poſt inventam machinam cujus ope aer e vaſis educitur. Machina illa quæ *pneumatica* appellatur ab Otthone de Guerik Magdeburgenſi conſule primum excogitata, a Boylio poſtea fuit perfecta, atque tandem a recentioribus phyſicis ad majorem perfectionis & facilitatis gradum perducta. Quamvis tota hujus machinæ ſtructura totumque artificium oculis facilius quam explicatione ulla uſurpentur, quia tamen explicandę aeris proprietates gravitas & elaſticitas, inſtitutis in hac machina experimentis maxime demonſtrantur, præcipuas illius partes, quantum verbis fieri poteſt, vobis exhibere utiliſſimum erit. In hac machina conſiderari primum debet antlia metallica eximie perpolita, cujus cavitatem ingreditur cylindrus quem *embolum* appellant; ille autem cylindrus internæ ſuperficiei antliæ arcte apprimitur ita ut nihil aeris in antliam irrepere poſſit; fundo antlię aptata eſt valvula eo artificio comparata ut aeris

ri egreſſum permittat, regreſſum vero prohibeat. E latere antliæ inſeritur canaliculus metallicus cujus extremitas ſuperior cum tabula lignea horizontali firmiter cohæret. Ille autem canaliculus hiat in campanam vitream tabulæ horizontali arcte agglutinatam. Eidem canaliculo aptata eſt machinula quam *epiſtomium* vocant, cujus ope aeri in campanam vitream tranſitus conceditur vel negatur.

Aeris gravitatem non ſine acutiſſimo doloris ſenſu experietur qui machinæ pneumaticæ canaliculum digito occludere tentaverit; educto enim ex cavitate canaliculi aere, digitus toto atmoſphæræ pondere foramini arcte apprimetur. Si campana vitrea ſuperficiem planam aliqua ex parte habuerit, facto vacuo, in minutiſſima fruſtula diſſilit fracta externi aeris pondere. Nemo veſtrum non vidit tubos vitreos qui a primo auctore Torricellio dicuntur *Torricelliani*. Adhibeatur tubus vitreus ex una parte accurate clauſus atque mercurio impleatur, & deinde ex altero foramine aperto in vaſe mercurium continente perpendiculariter invertatur, mercurius in tubo ad altitudinem 27 aut 28 pollicum circiter ſuſpenſus manebit. Hujus experimenti ratio ex præcedentibus intelligitur; etenim mercurius ſtagnans in vaſe ſubjecto atmoſphæræ incumbentis pondere premitur, ac proinde eadem vi mercurius in tubo ſuſpenditur. Et requidem ipſa ſi tubus Torricellianus, cui deinde factum eſt *Barometri* nomen, in campana pneumatica includatur, extracto aere, deſcendet mercurius, reſtitu-

ſtituto autem aere aſcendet rurſus.

Ex aeris gravitate intelligitur etiam aſcenſus aquæ per antlias quas *tractorias* appellant. At cum gravitas ſpecifica mercurii ſit ad gravitatem ſpecificam aquæ ut 14 ad 1 circiter, patet cur aqua ad 32 pedes per antlias aſcendere ſoleat, nempe ad altitudinem mercurii altitudine quatuor decies majorem. Alia ſunt innumera & quidem præclariſſima experimenta, ſed omnia referre non vacat; in objectionibus refellendis nonnulla alia explicabimus.

Prob. II. Pars. Elaſticitati & gravitati aeris communia fere ſunt argumenta omnia. Ex aeris elaſticitate pendet machinæ pneumaticæ ſtructura; etenim vi elaſtica aer in campana vitrea contentus tranſit in antliam. Obſervandum autem eſt vim elaſticam aeris a corporum ſolidorum elaſticitate longe differre; & quidem ſi veſica flaccida in campana pneumatica includatur & aer deinde hauriatur, vi aeris interni veſica intumeſcet & turgida expandetur. Itaque aer non compreſſus vi ſua elaſtica dilatatur majuſque ſpatium occupat, quod non faciunt corpora ſolida elaſtica, quæ, ceſſante compreſſione, priſtinam tantum recuperant figuram. Jam vero cum elaſticitas & gravitas communi probatione demonſtrentur, non eſt cur hac in re diutius immoremur, ſatius erit elaſticitatis & gravitatis effectus expendere eoſque a ſe invicem accurate diſcernere.

Evidens eſt aeris pondus illiuſque preſſionem ex aeris elaſticitate nequaquam pendere; idem enim maneret aeris pondus, quod

quod materiæ quantitati proportionale eſt; etiamſi omni careret elaſticitare. At cum aer ſit elaſticus, hinc colligitur eum poſſe comprimi, in minus ſpatium redigi ita ut elaſticitas quæ ponderi comprimenti reſiſtit, eidem ponderi, cæteris paribus, ſit proportionalis. Et quidem reactio actioni æqualis eſt & contraria, ac proinde gravitas aeris quæ preſſionem producit, & elaſticitas aeris quæ preſſioni reſiſtit ſeu ad dilatationem tendit, æquales eſſe debent. Quæ cum ita ſint, ſi aer in vaſe claudatur ita ut nullum cum aere externo habeat commercium, eadem manebit hujus aeris preſſio & atmoſphæræ ponderi æquivalebit; atque hæc eſt ratio cur mercurius in Barometro ad eandem altitudinem ſubſiſtat ſive in aere aperto ſive in cubiculo clauſo, vi nempe elaſtica aeris. Itaque diligenter obſervandum eſt preſſionem quam fluida elaſtica exercent, non ad fluidorum pondus velut ad cauſam *immediatam*, ſed ad vim elaſticam proprie eſſe referendam. Quod ergo mercurius in Barometro ſuſpenſus maneat tribuendum non eſt aeris ponderi, niſi quatenus pondus illud ipſa eſt preſſionis cauſa. Et quidem, eodem licet manente aeris pondere, ſi aliqua de cauſa minuatur vel augeatur preſſio ac proinde & vis elaſtica, mercurius in barometro deſcendere vel aſcendere obſervatur. Et requidem ipſa aeris pondus non eſſe ſolam preſſionis cauſam certum omnino videtur; aeris elaſticitatem maxime turbant varii generis corpuſcula atmoſphæræ innatantia, aliæque cauſæ plurimæ, quas deinde, data vel

vel etiam quæſita occaſione, explicabimus. Cæterum ex his omnibus ſic tandem concluditur. Aeri tribuendæ ſunt proprietates illæ quas experimenta communi probatione demonſtrant, atqui &c. Ergo.

Objic. adverſus I partem. Si deſcripta experimenta aeris gravitatem demonſtrent, jam totius atmoſphæræ pondus facile æſtimare licebit. Etenim cum tantum ſit aeris pondus ut aquam in antliis tractoriis ad 32 pedum altitudinem ſuſpendere valeat, conſiderari poterit atmoſphæræ preſſio in univerſum globum terraqueum non ſecus ac ſi tellus vaſto aquarum oceano ad 32 pedum profunditatem immerſa eſſet. Porro pes cubicus aquæ libris 64 æquivalet ac proinde pedes cubici 32 æquantur libris 2048; at telluris ſuperficies continet pedes quadratos circiter 5547800000000000; hic autem ingens numerus per 2048 multiplicatus efficiet pondus librarum quo aer tellurem noſtram comprimet. Ecquis autem ibi facile perſuadebit tantæ preſſioni ſuſtinendæ parem eſſe globum terraqueum? Quis crediderit homines pro ſua parte enorme pondus humeris ſuſtinere poſſe; ſi enim ponamus corporis humani ſuperficiem eſſe pedum quadratorum 15, quæ quidem ſuperficies homini mediocris ſtaturæ circiter convenit, ſimili inito calculo corporibus noſtris incumberet pondus librarum 33600. His poſitis ſic concluditnr: aeri tribuenda non eſt proprietas illa cujus effectus fidem omnem ſuperat, atqui &c. Ergo... Reſp. N. Min. Hæc objectio facile evaneſcit, ſi aliam fluidorum proprietatem in memoriam revo-

revocemus, æqualem ſcilicet undequaque preſſionem. Itaque aer ſecundum quamlibet directionem corpora omnia ex omni parte premit æqualiter; atque ob æqualem illam preſſionem fit ut corpora nullam figuræ mutationem, nullum detrimentum inde patiantur. Et requidem ipſa, ſi aliquo in loco minuatur preſſio, ſtatim ſentietur preſsionis inæqualitas, atque hinc pendet *cucurbitarum* uſus. Etenim humanæ cutis pars illa quæ ſub cucurbita continetur nullo fere aere premitur; eductus enim fuit aer. Quare aeris externi pondere comprimuntur humani corporis humores atque verſus partem illam quæ ſub cucurbita latet impelluntur; hinc fit ut pellis vaſaque omnia hoc in loco turgida intumeſcant.

Hic autem prætermittendum non eſt præſens divinæ providentiæ argumentum; tanta aeris preſſione continentur arteriales plantarum atque animalium canales qui circulationis impetu frangi vel diſtendi facile poſſent. Hac eadem vi fluida in corporibus animalium cohibentur nimiaque tranſpiratio coercetur. Hoc incommodum experiuntur viatores qui altiſſimos montes conſcendunt, quo proximiores ſunt montis vertici eo debiliores ſeſe ſentiunt, atque perſæpe *hemophtyſim* & *hemorragiam* patiuntur; aer nempe pulmonum vaſa non ſatis comprimit. Notiſſimum eſt experimentum quo animalibus in campana pneumatica incluſis aer adimitur; illa enim animalia intumeſcunt totoque corpore ſudant, ore aliiſque corporis partibus fæces egerunt.

Obſervationibus barometricis compertum eſt

eſt maximam altitudinis mercurii in tubo differentiam non excedere, pollices tres. Itaque maxima preſſionis aeris in corpus noſtrum differentia non excedit pondus cylindri mercurii, cujus altitudo eſt pollicum trium, baſis autem ſuperficiei corporis noſtri æqualis eſt; facta autem quæ facilis omnino eſt computatione, preſſionis differentia invenitur librarum circiter 4000. Cum autem tanta ſit diverſis temporibus atque etiam breviſſimo tempore preſſionis differentia, mirum non eſt quod tam repentina aeris mutatione ſæpe afficiatur atque turbetur corporis noſtri machina. Et requidem ipſa, tanta ponderis acceſſione contrahi deberent corporis noſtri canales ita ut ſanguis veluti ſtagnans in iis quieſceret & circulationis motus ſiſteretur, niſi frequentiſſimo huic incommodo divina machinæ noſtræ ſtructura paratum fuiſſet remedium. Et quidem ſi augeatur aeris pondus, pulmonum *lobi* majori vi dilatantur, ac proinde magis attenuantur ſanguinis particulæ, ita ut faciliores ſuccedant ſecretiones ideoque & ſucci nervei major copia accedat cujus actio contractionem cordis vi majori producit. Sed hæc breviter obſervata ſint; de motibus animalium nonnulla in phyſices progreſſu ſuo loco exponemus.

Inſt. Cum aer vaporibus, exhalationibus, magnaque particularum heterogenearum copia ſit infectus, ſuſpicio oriri poſſet atmoſphæræ pondus non puriori aeri ſed aliis corporibus eſſe tribuendum; quibus poſitis ſic argumentari licet. Aeris gravitatem non demonſtrant experimenta illa quæ in aere

puriſſimo & ab heterogeneis corpuſculis defæcato ſumi non poſſunt, atqui &c. Ergo . . . Reſp. N. Maj. Aerem craſſioribus particulis non fædatum gravem eſſe facile demonſtrant nubes in ſublimiori aere ſuſpenſæ; intelligi enim nequaquam poteſt graviores vapores in atmoſphæra fluctuare, niſi cum aere fuerint in æquilibrio conſtitutæ, quo quidem ſublato æquilibrio eas præcipites ruere neceſſum eſt. Præterea hic agimus de aere noſtro, non autem de puriſſimo quodam aere vel æthere de quo nulla licet habere experimenta. Nemo quidem inficiari poteſt vapores & exhalationes aeri pondus addere; neque eſt quod rem ab omnibus conceſſam fuſiùs demonſtremus, ſatius erit obſervationes quaſdam barometricas quæ ad præſens argumentum pertinent hic exponere.

Quamvis vapores & exhalationes aeris pondus augeant, conſtans tamen fere eſt obſervatio altitudinem mercurii in barometro majorem eſſe cælo ſereno, dum nempe aer purior videtur; contra autem cælo pluvio minor obſervatur mercurii altitudo. Hujus autem phœnomeni plurimæ cauſſæ eſſe poſſunt. Et primo quidem certiſſimum eſt ventorum vim atmoſphæræ ponderi in aliqua particulari regione mutationem ſatis magnam afferre poſſe. Ita ſi venti duo ad partes oppoſitas ſpirent, majorem aeris copiam in loco aliquo cogere atque accumulare poſſunt atque ita aerem graviorem reddere. Contra autem venti unius directio verſus locum aliquem atmoſphæram aliqua ex parte ſublevare poteſt & ita illius pondus

dus minuere. Et requidem ipſa ſubtiliſſimo experimento oſtendunt phyſici, ventum etiam arte excitatum aliquam in proximo barometro altitudinis differentiam afferre. Præterea nitroſæ particulæ, exhalationes terreſtres, præſertim ſi magna ſiccitate donentur, magis augent atmoſphæræ pondus. Hinc ſi atmoſphæra prædictis cauſis pondus acquirat, vapores cum aere intime permixtos facilius ſuſtinebit, cœlumque ſerenum obſervabitur. At ſi cauſis oppoſitis levior fiat atmoſphæra, jam vapores haud amplius ſuſpenſi proprio pondere in pluviam relabuntur. Hinc reddi poteſt ratio difficillimi ſane phœnomeni quod in mercurii altitudine ut plurimum obſervatur. Cæterum fatendum eſt barometri obſervatione de futura cæli temperie certum fieri non poſſe judicium, ſed meras haberi conjecturas quę nimium credulos ſæpe decipiunt.

Obji. adverſus II partem. Plurimis experimentis compertum eſt aeris elaſticitatem minui poſſe atque etiam tolli omnino ita ut aer nullum elaſticitatis indicium prębeat. Clariſs. Haleſius in *ſtatica vegetabilium* talem eſſe demonſtravit pernicioſiſſimam ſulphurearum particularum naturam ut aeris elaſticitatem maxime debilitent. Aeris moleculæ in aliis corporibus arctius concluſæ & ab aliis particulis vi majori attractæ nullam exercent vim repulſivam, ac proinde & nullam vim elaſticam. In aere admittenda non eſt proprietas illa tanquam univerſalis quam aer amittere poteſt, atqui &c. Ergo ... Reſp. N. Maj. Etiamſi aer ſummam habeat elaſticitatem, hanc tamen

puriſſimo & ab heterogeneis corpuſculis defæcato ſumi non poſſunt, atqui &c. Ergo . . . Reſp. N. Maj. Aerem craſſioribus particulis non fædatum gravem eſſe facile demonſtrant nubes in ſublimiori aere ſuſpenſæ ; intelligi enim nequaquam poteſt graviores vapores in atmoſphæra fluctuare, niſi cum aere fuerint in æquilibrio conſtitutæ, quo quidem ſublato æquilibrio eas præcipites ruere neceſſum eſt. Præterea hic agimus de aere noſtro, non autem de puriſſimo quodam aere vel æthere de quo nulla licet habere experimenta. Nemo quidem inficiari poteſt vapores & exhalationes aeri pondus addere ; neque eſt quod rem ab omnibus conceſſam fuſius demonſtremus, ſatius erit obſervationes quaſdam barometricas quæ ad præſens argumentum pertinent hic exponere.

Quamvis vapores & exhalationes aeris pondus augeant, conſtans tamen fere eſt obſervatio altitudinem mercurii in barometro majorem eſſe cælo ſereno, dum nempe aer purior videtur; contra autem cælo pluvio minor obſervatur mercurii altitudo. Hujus autem phœnomeni plurimæ cauſſæ eſſe poſſunt. Et primo quidem certiſſimum eſt ventorum vim atmoſphæræ ponderi in aliqua particulari regione mutationem ſatis magnam afferre poſſe. Ita ſi venti duo ad partes oppoſitas ſpirent, majorem aeris copiam in loco aliquo cogere atque accumulare poſſunt atque ita aerem graviorem reddere. Contra autem venti unius directio verſus locum aliquem atmoſphæram aliqua ex parte ſublevare poteſt & ita illius pon-

dus

dus minuere. Et requidem ipſa ſubtiliſſimo experimento oſtendunt phyſici, ventum etiam arte excitatum aliquam in proximo barometro altitudinis differentiam afferre. Præterea nitroſæ particulæ, exhalationes terreſtres, præſertim ſi magna ſiccitate donentur, magis augent atmoſphæræ pondus. Hinc ſi atmoſphæra prædictis cauſis pondus acquirat, vapores cum aere intime permixtos facilius ſuſtinebit, cœlumque ſerenum obſervabitur. At ſi cauſis oppoſitis levior fiat atmoſphæra, jam vapores haud amplius ſuſpenſi proprio pondere in pluviam relabuntur. Hinc reddi poteſt ratio difficillimi ſane phœnomeni quod in mercurii altitudine ut plurimum obſervatur. Cæterum fatendum eſt barometri obſervatione de futura cæli temperie certum fieri non poſſe judicium, ſed meras haberi conjecturas quę nimium credulos ſæpe decipiunt.

Obji. adverſus II partem. Plurimis experimentis compertum eſt aeris elaſticitatem minui poſſe atque etiam tolli omnino ita ut aer nullum elaſticitatis indicium prębeat. Clariſs. Haleſius in *ſtatica vegetabilium* talem eſſe demonſtravit perniciosiſſimam ſulphurearum particularum naturam ut aeris elaſticitatem maxime debilitent. Aeris moleculæ in aliis corporibus arctius concluſæ & ab aliis particulis vi majori attractæ nullam exercent vim repulſivam, ac proinde & nullam vim elaſticam. In aere admittenda non eſt proprietas illa tanquam univerſalis quam aer amittere poteſt, atqui &c. Ergo ... Reſp. N. Maj. Etiamſi aer ſummam habeat elaſticitatem, hanc tamen

non ſemper exercet; ſi enim aer ſit in ſuo ſtatu naturali vel aliis corporibus intime permixtus, jam nullum præbet elaſticitatis ſignum. Si aeris particulæ vi maxima comprimantur, qualis eſt aer in corporum omnium cellulis valide concluſus, nullum in eo ſtatu deprehenditur elaſticitatis veſtigium. At ſi aer ex illis corporum carceribus liberatur, eximiam elaſticitatem oſtendit. Ita ſi in campana vitrea claudatur ampulla fluido aliquo plena, educto aere ſtatim magna copia erumpere & per totam fluidi maſſam diſperſæ obſervantur minimæ aeris particulæ. Porro ut elaſticitas dicatur aeris proprietas, minime neceſſum eſt aerem in ſtatu quolibet vim elaſticam exercere, non ſecus ac corpora ſolida quæ elaſticitate pollent recte dicuntur *elaſtica* quamvis in ſtatu compreſſionis tantum elaſticitatem manifeſtent. Halitus ſulphurei aliique etiam plurimi, aeris elaſticitatem debilitant & fere totam extinguunt; ſed experimenta illa concluſioni noſtræ minime repugnant; ſatius erit aliquas elaſticitatis mutationes exponere.

Aeris elaſticitas condenſatione & rarefactione maxime augeri poteſt; ſi aer in ſclopeto pneumatico vi maxima comprimatur, & deinde liber dimittatur, globulos plumbeos pulveris pyrii inſtar propellit. Aer calore rarefactus vim elaſticam mirum in modum auget. Si veſica paululum inflata & accurate clauſa igni admoveatur, rarefacto aere intumeſcit atque tandem diſrumpitur. Aerem maxime condenſari & rarefieri poſſe certiſſimum eſt, quamvis in-

cer-

certus ſit maximus condenſationis & rarefactionis gradus. Ex hac aeris proprietate manarunt fontes *artificiales*, aliæque machinæ plurimæ, inter quas ſua utilitate commendari maxime debent antliæ quæ ad extinguenda incendia adhiberi ſolent.

Inſt. Atmoſphæræ elaſticitatem ita explicant cultiores phyſici. Diviſam intelligunt totam atmoſphæræ altitudinem in orbes æquales craſſitiei indefinite parvæ. Deinde experimentis certiſſimum ponunt aeris denſitatem ponderibus comprimentibus eſſe proportionalem, ac proinde in quolibet atmoſphæræ loco denſitas aeris eſt ut pondus aeris ſuperioris. Jam pondus aeris ſuperioris inferiorem aerem comprimentis dicatur A, pondus aeris qui alium orbem proximum comprimit dicatur B, & ita deinceps aliæ ſuperiores columnæ dicantur C, D, erit denſitas primi orbis inferioris ut A --- B, proximi orbis denſitas ut B — C; ſunt enim denſitates ut pondera comprimentia. Quare erit A : A — B = B : B — C; ideoque A : B = B : C ac proinde pondera ſunt in progreſſione continua geometrica. Jam quia orbes ſinguli ponuntur ejuſdem craſſitiei, ſive ejuſdem altitudinis, patet altitudines atmoſphæræ, in hac hypotheſi, creſcere in progreſſione arithmetica. Itaque pro data qualibet atmoſphæræ altitudine facile invenitur aeris rarefactio & viceverſa dato rarefactionis gradu invenitur aeris altitudo huic rarefactioni conveniens. Rem accuratiſſima obſervatione illuſtrabimus. In vertice montis qui gallice dicitur *Puy de Domme* obſer-

vata fuit barometri altitudo lin. 285, & in horto cœnobii noſtri quod monti proximum eſt, altitudo fuit lin. 324. Itaque numeri duo 285 & 324 exhibere poſſunt pondera aerem in utroque loco comprimentia; quare aeris denſitates ſunt ut iidem numeri, rarefactiones autem ſunt in eorumdem numerorum ratione reciproca. Jam ſi rarefactio aeris in cœnobii noſtri horto dicatur

$$1, \text{ fiatque proportio } 285 : 324 = 1 : \frac{324}{285};$$

quartus hic terminus proportionalis exhibebit aeris rarefactionem in montis vertice. Ponamus cum diligentiſſimis phyſicis aerem noſtrum decies millies rariorem fieri poſſe, huncque eſſe maximum rarefactionis gradum, tres cognitos habebimus in atmoſphæ-

$$\text{ra rarefactionis gradus, nempe } 1, \frac{324}{285} \ \&$$

10000. Præterea nota eſt atmoſphæræ altitudo ab horto noſtro uſque ad montis verticem, nempe exapedarum 560; inveſtiganda ergo ſupereſt atmoſphæræ altitudo ad quam aer raritatem habeat decies millies majorem; hæc autem altitudo ex progreſſionum doctrina facile invenitur; duas enim habemus progreſſiones, unam geometricam quæ aeris rarefactiones exhibet, alteram arithmeticam quæ atmoſphæræ altitudines repræſentat. Jam vero ex longarithmorum doctrina, ſi quantitates aliquæ fuerint in progreſſione geometrica, erunt illorum logarithmi in progreſſione arithmetica; ſed in progreſſione arithmetica terminus quilibet

æqua-

æqualis eſt primo termino & terminorum differentiæ toties ſumptæ quot ſunt termini datum terminum præcedentes. Quare ſi calculus ad logarithmos reducatur, erunt aeris altitudines datis duabus rarefactionibus convenientes ut differentiæ inter rarefactionum illarum logarithmos & logarithmum rarefactionis primæ; cum logarithmi ſint in progreſſione arithmetica; quare altitudo 560 eſt ad altitudinem quæſitam, x, ut log. $\frac{344}{285}$ — log. 1 ad log. 10000 — log. 1, ſive ut log. $\frac{344}{285}$ ad log. 10000, ob log. 1 $=$ 0; inito autem calculo per vulgares logarithmorum tabulas talis invenitur altitudo atmoſphæræ conveniens rarefactionis termino 10000 ut exapedis circiter 40000 æqualis ſit. En totam phyſicorum ratiocinationem; ſed quam incerta ſit facile intelligitur. Etenim fingitur preſſionem ponderibus comprimentibus proportionalem eſſe; quod falſum omnino eſt; cum enim atmoſphæra in ultimo compreſſionis gradu extenſione aliqua ac proinde & pondere non careat, iterum comprimi poſſet atmoſphæra, quod eſt contra hyp. vel quod non minus abſurdum eſt, in infinitum comprimi ac rarefieri poſſet, ac proinde illius altitudo foret infinita.

Præterea elaſticitas aeris ponderi comprimenti proportionalis ponitur, cujus quidem hypotheſeos falſitatem jam demonſtravimus; nam eodem manente pondere, aeris elaſticitatem maxime turbant calor, fri-

gus, humiditas, ſiccitas. His fuſe explicatis ſic tandem concluditur. Aeris elaſticitas variis particulis per atmoſphæram ſine ulla lege diſperſis longe probabilius tribuitur, ſi experimentis repugnent phyſicæ aeris elaſtici leges, atqui &c. Ergo... Reſp. D. Maj. Et illa experimentorum varietas demonſtrat ad aeris elaſticitatem varias cauſas concurrere C. Maj. aerem elaſticitate deſtitutum eſſe oſtendit N. Maj. Quare N. C.

Ad definiendam atmoſphæræ altitudinem varias quidem hypotheſes fingunt phyſici, quæ ad omnes aeris partes transferri non poſſunt; ſua experimenta habuerunt in data aliqua aeris portione quam ad certos limites comprimi & condenſari poſſe obſervarunt, atque denſitates ponderibus comprimentibus proportionales eſſe invenerunt. At certiſſimum videtur aeris compreſſionem & dilatationem non ſoli partium ponderi tribuendas eſſe, ſed calori, frigori aliiſque cauſis plurimis. Itaque compertum omnino eſt aeris rarefactiones in diverſis altitudinibus ponderi comprimenti proportionales non eſſe, ac proinde obſervationes barometricæ quæ in inferiori atmoſphæræ parte ſumuntur ad ſuperiorem aeris regionem traduci non debent. Tandem repugnat omnino hypotheſis quæ denſitatem ponderibus comprimentibus proportionalem facit; foret enim altitudo atmoſphæræ infinita. Hinc factum eſt ut aliam hypotheſim quæſiverint doctiſſimi viri, & aeris denſitates ponderi comprimenti atque alteri ponderi *conſtanti* proportionales fecerint. In hac autem hypotheſi

theſi vitatur atmoſphæræ infinitæ incommodum. Sed quidquid ſit de atmoſphæræ altitudine quæ quidem ex barometri obſervationibus nulla ratione definiri poſſe videtur, certa tamen eſt & indubitata aeris elaſticitas, quæcumque ſit illius lex; atque aeris noſtri elaſticitatem, cæteris paribus, ponderi comprimenti proportionalem eſſe demonſtrant experimenta. In referenda autem objectione prolixiores fuimus ut inveniendæ altitudinis atmoſphæræ vulgaris methodus vobis innoteſceret.

ARTICULUS III.

De ſono & auditu.

I. Circa doctrinam ſoni tria præcipua nobis conſideranda ſeſe offerunt. Vel enim ſonus conſideratur in corpore ſonoro, vel in medio quod ſoni vehiculum eſt, nempe in aere; vel tandem in ipſo auditus organo; quare tres illas partes ſoni definitio complecti debet. Recte igitur ſonum definiunt phyſici particularum corporis reſonantis motum tremulum in aeris particulas translatum & ad aures tandem delatum. Singulæ hujus definitionis partes notiſſimis experimentis demonſtrantur. Etenim corpora non reſonant niſi percutiantur, & maxime omnium reſonant corpora dura atque elaſtica quorum partes ictu flectuntur & deinde vi ſua elaſtica reſiliunt atque ita tremulo ac vibratorio motu agitantur. Particularum corporis reſonantis ſubſultus viſu & tactu percipitur; chartæ fruſtula corpori

ri reſonanti inſidentia ſubſultare oculis cernuntur & admota manu partium fremitus ſentitur. Verum ſi chorda inſtrumenti muſici tenſa non fuerit, licet oſcillationes tota peragat ſonum non edit, & forcipis focariæ crura digitis conſtricta & deinde dimiſſa, oſcillationes agunt ſine ſono; at ſi oſcillando corpus aliquod durum percutiunt, ſtatim reſonat; ex quibus experimentis colligitur, ſonum non ſolo totius corporis motu oſcillatorio, ſed particularum tremore produci. Hic motus aeri contiguo communicatur; contremiſcunt ergo minimæ aeris particulæ ad modum chordæ muſicæ. Et quidem aerem ſoni vehiculum eſſe oſtendunt corpora ſonora in vacuo Boyliano; dum enim educitur aer, ſonum languidiorem reddunt, & exhauſto aere nullum qui poſſit audiri. Nec ad motum producendum ſatis eſt quilibet aeris motus; ſi enim magna aeris moles agitetur, ventus quidem excitatur ſed nullus ſonus. Quare neceſſarius eſt vibratorius minimarum particularum motus; hunc vero motum oculis percipere licet, dum inſtrumentorum muſicorum chordæ pulſantur; nam aeri innatantes tenuiſſimi pulviſculi & radio ſolis conſpicui ad chordarum fremitum ſubſultare obſervantur. His neceſſariis ad ſonum producendum conditionibus breviter jam obſervatis, nunc præcipua ſoni phœnomena explicabimus.

II. Ex præcedentibus intelligitur etiam ſoni propagatio. Etenim conſideremus corpus aliquod tremulum quod alternis vicibus eundo & redeundo ſonum producat. Hujus corporis partes itu ſuo propellent aeris

aeris partes proximas, eaſdem comprimenc & condenſabunt, ſed deinde reditu ſuo partes compreſſas recedere & ſeſe expandere permittent. Igitur partes aeris corpori tremulo proximæ ibunt & redibunt per vices, & quemadmodum propiores aeris partes eundo condenſantur & redeundo relaxantur, ſic etiam patres reliquæ, quoties eunt condenſabuntur, & quoties redeunt, expandentur, ac proinde non omnes ibunt ſimul & redibunt, ſed aliquæ earum ibunt dum aliæ redeunt, atque ita deinceps vicibus alternis; quod quidem evidens eſt ex minimarum particularum elaſticitate. Porro licet corporis tremuli partes eant & redeant ſecundum plagam certam & determinatam, tamen motus per aerem propagatus quaquaverſum dilatabitur, ut patet ex natura fluidorum quæ preſſionem ſuam undequaque exercent. Igitur a corpore ſonoro tanquam centro communi ſecundum ſuperficies propemodum ſphæricas & concentricas propagabitur motus. Hujus rei exemplum aliquod, minus tamen perfectum, habemus in undis, quæ ſi digito tremulo excitentur, non ſolum pergent hinc inde ſecundum directionem digiti, ſed per circulos concentricos digitum ſtatim cingent & undique divergent. Imperfectum autem nec ſatis accuratum eſſe exemplum illud obſervavimus; ſi enim medium non ſit elaſticum, jam illius partes a corporis tremuli partibus compreſſæ nequeunt condenſari, & motus in inſtanti propagabitur ad partes ubi medium facillime cedit, hoc eſt, ad partes quas

 cor-

corpus tremulum vacuas a tergo relinquit. Ex his patet propagationem ſoni per aerem non fieri in *inſtanti*, ſed determinato tempore opus habet ut per datum ſpatium propellatur. Motus autem ſoni æquabilis obſervatur & neque ab intenſitate ſoni neque ab ejus qualitate pendet. Velocitatem ſoni ad calculum revocarunt doctiſſimi geometræ, ſed res pendet ex ſublimiori doctrina nec fortaſſe ſatis accurate demonſtrata; quare velocitatem ſoni experimento definire ſatis ſit. Tanta eſt velocitas lucis ut per atmoſphæram in inſtanti *quoad ſenſum* propagetur. Si ſonus, & lux eodem temporis puncto excitentur, uti in machinis bellicis flamma & fragor ſimul producuntur, ſpectator accurate dimetiatur ſpatium quo a corpore reſonante diſtat, tempuſque quod inter luminis & ſoni perceptiones intercedit, ſoni velocitas innoteſcet; atque hoc modo in variis regionibus varia obſervata eſt velocitas ſoni, & in Anglia ea celeritate ſonum propagari Flamſtedio & Halleyo viſum eſt qua pedes Londinenſes 1142, Pariſienſes vero 1070 tempore minuti unius ſecundi percurreret. Quia vero denſitas & vis elaſtica aeris in variis terrarum locis diverſiſque anni tempeſtatibus in eodem loco mutantur, inde quoque mutari oportet ſoni velocitatem. Diu creditum eſt, obſervantibus Gaſſendo, Merſenno noſtro & academicis Florentinis, ſonum neque conſpirante vento accelerari, neque adverſo retardari; ſed D. Derham experimentis accuratius inſtitutis falſum id eſſe aſſerit.

III. Quid.

III. Quidquid minimas aeris particulas ita commovere valet ut motum tremulum admittant, id ſonum producet. Duo autem potiſſimum conſiderabimus ſonorum genera. Primum eſt eorum qui a corpore tremulo oriuntur, cujuſmodi ſunt chordarum campanarumque ſoni. Alterum vero ſonorum genus eorum eſt qui inflatis inſtrumentis producuntur: ſic tibiæ, fiſtulæ aliaque id genus inſtrumenta ore inflata tinniunt. Si chorda tenſa pulſatur aut vellicatur, ex quiete ſituque naturali detorquetur, & deinde in ſitum naturalem ſeſe conatur reſtituere, atque in eum revera motu accelerato, ob continuam vis elaſticæ actionem, properat. At cum eo pervenit, celeritatem acquiſitam ſubito non poteſt amittere neque in eo ſtatu quieſcere. Quare eam ultra excurrere neceſſum eſt ſimilique modo redire, atque tandiu perſeverabunt oſcillationes illæ, donec ob aeris reſiſtentiam plane evaneſcant. Harum vibrationum leges accurate demonſtrarunt geometræ; at cum demonſtratio difficilioribus principiis innixa ſit, formulam exhibere ſatis erit. Si longitudo chordæ muſicæ dicatur L, M, chordæ pondus, vis elaſtica chordæ, ſeu quod idem eſt, pondus quo chorda tenditur dicatur P, erunt numeri vibrationum dato tempore peractarum ut

$$\frac{\sqrt{P}}{\sqrt{L \times M}}.$$

Hinc ſi chordarum longitudines L, & maſſæ M, ponantur æquales. erunt

nu-

numeri vibrationum ut $\sqrt{P}$, hoc eſt, in ratione ſubduplicata ponderum tendentium. Si pondera tendentia P, & longitudines L, æquantur, erunt numeri vibrationum ut $\frac{1}{\sqrt{M}}$, hoc eſt, in ratione ſubduplicata inverſa maſſarum, ac proinde in ratione inverſa diametrorum, ſi chordę ſint homogeneæ. Si pondera tendentia ſint æqualia, & præterea chordæ ſint homogeneæ & ejuſdem diametri, erunt numeri vibrationum in ratione inverſa longitudinum; nam in hoc caſu vibrationum numeri ſunt ut $\frac{1}{\sqrt{L \times M}}$; ſed eadem manente chordarum homogenearum diametro, maſſæ M, ſunt ut longitudines L, quare $\frac{1}{\sqrt{L \times M}}$ erit ut $\frac{1}{\sqrt{LL}}$, nempe ut $\frac{1}{L}$. Simili ratione ex hac formula colligi poſſent innumera alia Theoremata quæ ad chordarum muſicarum vibrationes pertinent.

Sub eodem ſonorum genere comprehendi diximus campanarum ſonos, quod quidem facile patet; pulſatæ enim campanæ contremiſcunt & campanarum partes ſuas vibrationes peragunt; idque etiam facile percipiet qui campanæ motum attentis oculis perſequetur; hanc enim ex rotunda ova-

ſem fieri, & modo ad hanc modo ad illam partem oblongari obſervabit. Difficillimum quidem eſt ex campanæ forma & pondere numerum oſcillationum definire, ſi tamen campanæ fuerint ſimiles & homogeneæ, facile demonſtratur numerum vibrationum eſſe in ratione ſubtriplicata, ſive ut radices cubicæ ponderum. Etenim pondus tendens ponatur $\frac{M}{L}$, formula præcedens abit in

$$\frac{\sqrt{M}}{\sqrt{L^2 \times M}} = \frac{r}{L}.$$

At corpora homogenea ſimilia ſunt in ratione triplicata laterum homologorum; ergo cum maſſa vel pondus ſit M, erit L ut $\sqrt[3]{M}$, ac proinde vibrationum numeri erunt ut $\frac{z}{\sqrt{M}}$, hoc eſt, in ratione ſubtriplicata reciproca ponderum. Quod autem pondus tendens ponatur $\frac{M}{L}$, ratio facile patet. Etenim ſi chordæ muſicæ pondere aliquo appenſo tendantur, ita ut tamen non rumpantur, chordarum homogenearum vires, ſeu reſiſtentiæ ſunt ut craſſities ac proinde etiam & pondera tendentia; ſed chordarum craſſities ſunt ut pondera directe & longitudines inverſe (ex elem. geom.). Ergo pondera tendentia ſunt in ratione ponderum chordarum directa & longitudinum inverſa; quod quidem accuratiſſimis experimentis in chordis metallicis confirmarunt phyſici; mani-

manifeſtum autem eſt hanc ratiocinationem ad metallicas campanarum chordas transferri poſſe.

IV. Sonorum differentia ſecundum *grave* & *acutum* pendet ex vibrationum tarditate & celeritate; ſonum graviorem eſſe dicimus quo pauciores vibrationes eodem tempore peraguntur, contra vero acutiorem quo plures vibrationes eodem tempore abſolvuntur. Si chordæ duæ eundem vibrationum numerum eodem tempore perficiunt dicuntur *uniſona*. Si vibrationum numeri ſint ut 2 ad 1, tunc conſonantia illa vocatur *octava*; ſi fuerint ut 3 ad 2, dicitur *quinta*. Si numeri vibrationum ſint ut 4 ad 3, conſonantia dicitur *quarta*; ſi fuerint ut 5 ad 4, dicitur *tertia major*, & tandem *tertia minor*, ſi numeri vibrationum fuerint ut 6 ad 5, atque ita deinceps. Illæ autem omnes conſonantiæ ad experimentum facile revocantur, mutatis chordarum longitudinibus, ponderibus, & tenſionibus. Probe diſtinguenda eſt ſonorum vehementia & debilitas ab illorum gravitate & acumine. Vehementia ejuſdem ſoni diverſa eſt pro diverſa auditoris diſtantia; etenim ſonus undequaque in circumferentiam propagatus pro majoribus diſtantiis in majus ſpatium diffunditur, ac proinde vehementia ſoni, cæteris paribus, in duplicata diſtantiarum ratione decreſcere debet, ut ſtatim intelligitur ex iis quæ demonſtravimus in phyſica generali. Præterea cum pulſata chorda, idem pulſus per aerem tranſmittatur, neceſſe eſt motum perpetuo remiſſiorem fieri, ideoque & ſonum debiliorem

au-

audiri. At quamvis in chordis vibrantibus major audiatur ſub initio ſoni intenſitas quæ ſenſim langueſcit atque tandem evaneſcit, interim tamen oſcillationes manent iſochronæ ac proinde ſonus eundem retinet *gravitatis* & *acuminis* gradum. Tandem pendet etiam ſoni intenſitas ex vi pulſante; intenſior enim exprimitur idem ſonus, ſi majori vi pulſetur chorda; imo ſi nimis vehemens fuerit pulſatio, ita ut chorda extra ſitum naturalem longius excurrens ampliores vibrationes peragat, ſonus ſub initio acutior auditur, deinde autem minus acutus; atque hinc fit ut ſoni minus jucundi minuſque diſtincti producantur. Itaque ut jucundiores ſonos reddat inſtrumentum muſicum, id negligendum non eſt, ut nempe eadem ſit vis pulſans aut ſaltem non multum diverſa, atque etiam ut chordæ in medio vel ſaltem in locis ſimilibus impellantur; patet enim, mutato pulſationis loco, ipſam quoque vim pulſantem mutari.

V. Ad ſecundam ſonorum ſpeciem referuntur ſoni inſtrumentis aere inflatis excitati.. Qua ratione autem ſoni illi producantur, ex ipſa fiſtularum ſtructura intelligere eſt. Nemo non novit fiſtulas eſſe tubos ſeu canales qui altera extremitate junctum habent *periſtomium*, aerem ex ore excipiens atque per rimam in tubum emittens. Id autem omnino fieri debet, ut aer per rimam immiſſus internam tubi ſuperficiem radat leviterque perſtringat, non vero in illius cavitatem & latera irruat. Quamobrem id maxime curant fiſtularum artifices

ut

ut tubi latus rimæ oppoſitum exſcindant ne ſit contiguum periſtomio; fiſtulæ extremitatem acuunt ut aer in ipſam aciem irruens ab ipſa quaſi findatur & ita tenuior aeris lamella per tubum prorepat. Ea de cauſa fit ut in tibiis periſtomio deſtitutis, quales ſunt fiſtulæ quæ *tranſverſa* vocantur, periſtomii figuram os quaſi imitari videatur. His præmiſſis de fiſtularum conſtructione & artificio, ita ſonus excitatur, aer nempe in tubum ore immiſſus, aerem in ipſo tubo jam exiſtentem ſecundum longitudinem comprimit; hinc fit ut ſeſe iterum expandat, rurſus coarctetur, atque hoc modo, durante inflatu, oſcillationes perficiat ſonumque producat. Ipſum quoque tubum motu tremulo agitari opinantur aliqui; at cognitis fiſtularum proprietatibus minime ſatisfacit hæc opinio; conſtat enim fiſtulas cylindricas longitudine æquales, pares omnino ſonos edere, quamvis amplitudine, craſſitie & materia ipſa differant. Qua ratione fieri poſſet ut diverſiſſimi tubi ſimili modo contremiſcerent? Merito igitur duplicem enumeravimus ſonorum ſpeciem. Hæc tamen ſecunda ſpecies aliquo modo cum prima poteſt comparari.

Corpus quod vibrationes peragit eaſque in aerem circumfuſum transfert, eſt aer in tubo contentus, cujus quantitas ex tubi longitudine & amplitudine innoteſcit. Vis ad oſcillandum impellens eſt aer in tubi internam ſuperficiem ore immiſſus; at vis qua aer in tubo exiſtens & ex ſtatu naturali deturbatus ſeſe reſtituere conatur, qua proinde fit ut certum oſcillationum numerum

rum dato tempore abſolvat, eſt pondus atmoſphæræ, ſeu vis elaſtica aeris quæ incumbentis atmoſphæræ preſſioni æquivalet; quare vis illa ex altitudine mercurii in barometro æſtimari debet. Jam fiſtulæ ad chordas muſicas aliqua ex parte revocari poſſunt; etenim chorda cum aere in fiſtula contento poteſt comparari; ponderis chordam tendentis vices gerit pondus atmoſphæræ; hæc enim duo licet prorſus diſſimilia videantur eo quod chorda a pondere tendente extendatur, aer vero ab atmoſphæra comprimatur, res tamen perinde ſe habet, ſi effectum attendamus; idem enim eſt effectus, ſive aeris compreſſione, ſive chordæ extenſione oſcillationes producantur. Itaque cum aer in fiſtulæ tubo chordæ muſicæ inſtar ſuas oſcillationes perficiat, ex præcedenti formula comparari poterunt numeri vibrationum dato tempore peractarum. Sit fiſtulæ longitudo a, amplitudo bb, gravitas ſpecifica aeris ad gravitatem ſpecificam mercurii in ratione m ad n, altitudo mercurii in barometro, k; habemus ergo chordam *aeream* longitudinis a, cujus pondus, mabb; hæc autem tenditur pondere atmoſphæræ, hoc eſt, cylindro mercurii cujus baſis eſt amplitudo tubi bb, altitudo autem k, quare pondus tendens = nkbb, quibus valoribus in præcedenti formula ſubſtitutis, habebitur vibrationum numerus $\sqrt{\frac{nkbb}{a, mabb}} = \sqrt{\frac{nk}{m}}$ Quia vero altitudo k, diverſis tempeſtatibus parum

inflatus vehementia, jam ampliores eſſe intelligitur aeris in tubo contenti oſcillationes; at oſcillationum amplitudo tubi amplitudine ita determinatur ut certum terminum tranſgredi non poſſit; quare ſi fiſtula vehementius infletur quam ad illum gradum requiritur, eundem ſonum edere non poterit; quod quidem etiam in chordis muſicis jam antea obſervavimus. Quæ autem de fiſtulis hactenus dicta ſunt, ad eas tantum pertinent quarum tubi formam habent vel priſmaticam vel cylindricam; quales autem ſonos daturi ſint tubi, ſi fuerint divergentes vel convergentes aut alterius figuræ problema eſt longe difficilius. Si tamen figuræ fuerint ſimiles, & datus ſit fiſtulæ unius ſonus, inveniri poterit fiſtulæ ſimilis ſonus, non ſecus ac factum eſt in fiſtulis cylindricis.

VI. Ad tubos divergentes referri debent tubi *ſtentorophonici*, quorum vis eſt maxima ad vocem articulatam longius propagandam. Optima tubarum vocalium figura illa eſt quæ fit ex converſione parabolæ circa axem, conſtituto tubæ orificio in ipſo parabolæ foco. Hac enim ſtructura fit ut radii ſonori qui angulum reflexionis æqualem efficiunt angulo incidentiæ, ſaltem magna ex parte reflectantur ad axem tubæ paralleli (ex natura parabolæ). Tubus ellipticus parabolico jungi ſolet ita ut elliptici focus unus conincidat cum foco parabolici, & os loquentis in altero ellipſeos foco conſtituatur; qua ratione fit ut radii ſonori ab ore in tubo elliptico ad focum parabolici, partim directi, partim reflexi dirigan-

rigantur (ex natura ellipſeos), & deinde in tubo parabolico paralleli progrediantur. Tubis ſtentoreis annumerandæ ſunt omnes tubæ militares aut venatoriæ ; exiguus enim ſibilus quem edit Tubicen conſtricto aere inter labium & tubæ oram in validiſſimum erumpit ſonum. Accurate autem obſervandum eſt inſtrumenta illa a figura parabolica longe diſcrepare ; ſunt enim verſus axem convexa. Itaque incrementum ſoni non pendet ex parallela directione ſoni , ſed , ut ait Nevvtonus, ex motus *reciprocatione* ; talis nempe eſt tubæ figura ut ſonus ab uno pariete ad alterum repellatur & nonniſi poſt innumeras reflexiones ſive reciprocationes foras emittatur ; ac proinde motu novo a recurrentibus aeris particulis impreſſo maxime augetur.

Ex iiſdem principiis pendent ſonorum repetitiones ſive *Echo* . Si ſonus e centro quovis A (Fig. 4.) directe propagatus in obſtaculum planum ſatis magnum BC , incurrat, & ex A ducatur ad BC perpendicularis AE producaturque ad H ut ſit EH = AE, ſonus reflexus eodem fere modo percipietur ac ſi ex loco H, tanquam centro directe propagaretur , ob angulum reflexionis æqualem angulo incidentiæ . Similiter ſi ſonus a centro quovis propagatus in obſtaculum quodlibet impingat , a quo ita reflectatur ut poſt reflexionem radii ſonori in centrum aliud convergant , ſonus reflexus tanquam ex hoc ſecundo centro propagatus audietur . Quare ſi radii ſonori ſatis denſi ad aurem appellentes & ſoni unius ſenſationem producentes, ab aure in di-

diverſa centra convergant, locus ex quo ſonus propagatur non bene diſtinguetur. At ſi ſonus producatur in loco A, & deinde ab obſtaculo quovis BC, reflectatur tanquam ex centro H propagatus, auditor in loco R, ſonum directum per AR, propagatum percipiet primum; deinde ſonum reflexum quaſi ex centro H, procedentem, poſtquam motu directo ſpatium AF, & motu reflexo ſpatium FR, deſcripſit, audiet; idem igitur ſonus audietur bis, modo tamen diſtantiarum AR, & AFR, differentia tanta ſit ut ſonus directus & ſonus reflexus eodem ſenſibili momento organum auditus non afficiant; nam ſi ſonus reflexus ad aurem perveniret eo tempore quo ſoni directi impreſſio adhuc in ea perſeverat, non geminus ſed intenſior tantum ſonus audiretur. Porro experientia conſtat ſonos vix poſſe diſtingui, ſi plures quam novem circiter ſyllabæ tempore minuti unius ſecundi ſucceſſive producantur; quare ne ſonus reflexus cum directo confundatur, inter eorum ad aurem appulſus intercedere oportet partem nonam minuti unius ſecundi, quo tempore ſonus deſcribit ſpatium 127 pedum Londinenſium circiter. Hoc igitur ſpatio minor eſſe non debet diſtantiarum AR, & AFR differentia ut ſonus reflexus diſtincte percipi poſſit in R. Si plura ſint obſtacula juſtis intervallis diſſita in quæ ſonus directe offendat, is quaſi ex variis locis ſæpius repetitus audietur; ita machinarum bellicarum fragorem & tonitrus boatum circumjecta ædificia vel craſſiores nubes pluries referunt. Ex ſonorum

re-

reflexione & ex parabolæ vel ellipſeos proprietate pendet, quod maxime mirari ſolet imperitum vulgus, in ampliſſimis quibuſdam cubiculis atque etiam in templis tantum ſoni incrementum, ut ſi quis demiſſiori etiam voce muſſitaverit, ab alio qui in convenienti licet maxime diſtanti loco fuerit conſtitutus, diſtincte audiatur.

VII. Duplicem jam conſideravimus inſtrumentorum ſpeciem; at prætermittendum non eſt vocis inſtrumentum quod ad utrumque inſtrumentorum genus pertinere videtur. Præclariſſima referemus experimenta quæ paucis ab hinc annis de animalium voce habuit vir clariſs. D. Ferrein. Ex anatome notum eſt *tracheam* ſive *aſperam arteriam* eſſe canalem qui prope fauces per anteriora colli ad pectus deſcendit & in multos ramos *bronchia* appellatos per univerſam pulmonum ſubſtantiam diſſeminatur, ut omnibus eorum cellulis aut veſiculis poſſit aerem ſuppeditare; hujus canalis caput quod *laryngem* vocant, media rimula pertuſum eſt, quæ rimula *glottis* dicitur & fiſtulæ periſtomium imitatur. Circum glottidis labia conſpiciuntur fibræ tendinoſæ quas *chordas vocales*, ob illarum officium, appellare laudato viro placuit. Dum pectus muſculorum vi attollitur, aer exterior veſiculis pulmonaribus ſeſe inſerit, non ſecus ac ſublato embolo antliæ cavitatem ingreditur. Hic motus quo fit ut pulmones aerem admittant, *inſpiratio* dicitur; *expiratio* autem vocatur motus contrarius quo depreſſi pulmones aerem expellunt, atque motus uterque communi nomine *reſpiratio* appella-

latur. His poſitis, totum vocis artificium ita explicatur, Dum aer e pulmonibus per tracheam ejicitur, glottidis fibrillas vellicat, motuque tremulo agitat. Illæ autem fibrillæ, pro tonorum varietate, majoris vel minoris tenſionis capaces ſunt, atque ad illam tenſionis varietatem producendam laryngis cartilaginibus aptatos muſculos deprehendit D. Ferrein. Ex his omnibus jam ſuſpicio oriri poteſt vocis organum ad chordas ſonoras atque etiam ad inſtrumenta pneumatica pertinere; tendinoſæ fibrillæ hinc & inde ad glottidis labia protenſæ cum duplici chordarum ſerie in clavicymbalo poſſunt comparari, glottis ipſa pro earumdem chordarum intervallo haberi poteſt, pennarum quibus chordæ vellicantur locum tenet aer fibrillas agitans, vis autem hujus aeris pulmonum actione producta digitorum officio fungitur. Hanc conjecturam ita confirmant experimenta ut extra omnem dubitationem poſita videatur. Ex animalium cadaveribus trachea ſimul cum larynge abſtrahitur, tenſis deinde magis vel minus glottidis fibrillis, aer in tracheam ore immittitur, pro majori vel minori tenſionis gradu diverſi audiuntur toni. Ita pulchre ſuccedit experimentum ut diverſi animalium toni clare diſtinguantur; tauri mugitus, latratus canis, ovis belatus facile diſcernuntur. Fibrillarum ſeu chordarum vocalium vibrationes attentis oculis ſeſe conſpicuas præbent. Si eædem fibrillæ digitis vel inſtrumento aliquo ſtringantur atque ad varias longitudines contrahantur, inflata larynge, diverſos edent tonos.

ge differunt ab iis quæ antea tradiderat D. Dodart; in glottidis labiis admittebat quidem fremitum aliquem, ſed fremitum hunc ad tonorum varietatem ſecundario tantum conferre exiſtimabat, atque ex diverſa glottidis apertura totam vocis melodiam repetebat. At opinionis falſitatem demonſtravit D. Ferrein; glottidis amplitudinem, ſive aperturam per gradus mutavit, eadem manente fibrillarum tenſione, contra autem ſervata glottidis apertura, tenſionis gradus mutavit; in primo caſu eundem, in altero autem diverſum audivit tonum. In his autem omnibus experimentis ſolam tonorum varietatem ſimul cum larynge a cæteris partibus abſtractam adhibuit vir clariſſimus; at ſi ſonus organis extra laryngem poſitis, gutturi, nempe, dentibus, linguæ, labiis, genis, naribus, palato, admiranda motuum varietate illidat, jam ſonus in vocem articulatam erumpit. Hanc autem motuum varietatem ad litteras exprimendas neceſſariam ſurdos natos ſæculo proxime elapſo docebat Joan. Conradus Amman Medicus Amſtelodamenſis, atque etiamnum Pariſiis extat vir ſtupendæ induſtriæ D. Pereyrerius, qui intra breve tempus mira ſucceſſus felicitate ſurdos loquelam docet.

VIII. Soni doctrinam in aere & in inſtrumentis ſonoris hactenus conſideravimus, ultima jam ſupereſt hujus articuli pars quæ eſt de ipſo auditus organo. Præcipuis ejuſdem organi partes, quantum officii noſtri eſt, ordine deſcribemus, illarumque uſum exponemus. Externa auris pars oculis ſub-

jecta dicitur *auricula*, quæ eſt cartilago ſive membrana capitis cuti firmiter annexa, hinc inde prominens & in modum conchæ expanſa ad aerem majori copia excipiendum. Hinc ii quibus reſecta eſt auricula minus diſtincte audiunt, & manu inſtar cornu inflexa uti ſolent. Conchæ adjacet *meatus auditorius* partim cartilagineus, partim oſſeus, qui variis flexibus velut ſpiris contorquetur, ut reflexionum numerus ideoque & ſonus augeatur. In fine meatus auditorii occurrit membrana quædam ſubtilis annulo oſſeo impoſita, nullo foramine pertuſa, verſus meatum auditorium tantiſper cava, verſus interiora auris convexa; hæc *membrana Tympani* appellatur. Quandoquidem vero variis aeris motibus excipiendis hæc eadem tympani membrana modo laxari, modo tendi debuerat, huic operi oſſicula quatuor a ſapientiſſimo divinoque artifice deſtinata conſpiciuntur, *malleolus*, nempe, *incus*, *ſtapes* & *os orbiculare*. Malleolus ſua cauda tympano nectitur, capite incudi, cui ſubjectus eſt ſtapes, hic autem cum oſſiculo orbiculari conjungitur; illa autem quatuor oſſicula ſic inter ſe junguntur & adjunctis muſculis trahuntur, ut tympani membranam modo laxiorem, modo tenſiorem reddi oporteat. Itaque dum extrema ſtapedis pars contrahitur, annexa illi incus impelli debet, eademque contractio diffundi in malleolum, qui cum altera ſui parte tympano adhæreat, tympanum ipſum debet contrahere ejuſque membranam duriorem reddere. Prædicta oſſicula continentur in cavitate quæ *tympani cavitas*

tas

tas appellatur. In cavitatem tympani hiat *tuba Euſtachiana* quæ eſt canalis longior partim oſſeus, partim cartilagineus, per palatum protenſus, communicans cum aere externo qui ore & naribus hauritur. In eamdem cavitatem hiant quoque *orificia cellularum maſtoidearum* & feneſtræ duæ, *ovalis* quam tegit ſtapes, & *rotunda* quæ tenui membrana tegitur.

Jam conſideravimus meatum auditorium & cavitatem tympani, contemplanda ſupereſt *ſpelunca* alia, ut dicunt, quæ *oſſis petroſi* cavitates continet, & *labyrinthus* vocatur. Media labyrinthi cavitas appellatur *veſtibulum* ad quod ducit feneſtra ovalis. Ad cavitates labyrinthi pertinet etiam chochlea cui opponuntur tres canales *ſemicirculares* dicti; illi autem canales per quinque foraminula hiant in veſtibulum. Maxime autem conſiderari debet admirabilis chocleæ ſtructura, hoc nomine appellata eo quod cochleæ figuram imitetur in varios gyros ſinuſque inflexa; hujus quidem ſpiræ initio latiores ſunt & ampliores, deinde vero ſenſim contrahuntur. Huic autem oſſi lege admirabili contorto ſubtiliores atque molliores nervorum fibræ a ſeptimo pari diffuſæ ſuperextenſæ conſpiciuntur. Ad labyrinthum quoque referri poteſt *proceſſus maſtoideus* qui cellulas plurimas intus continet; quarum quidem cellularum beneficio ſonus admodum multiplicatur. Tandem ultima cavitas eſt *aquæductus Fallopii*, qui eſt canalis longior e] labyrintho protenſus in oſſe petroſo inſculptus, nervum *acuſticum* ſeu *auditorium* continens. Nervus autem il-

ſe in duos ramos dividitur, *mollem* ſcilicet & *durum*; mollis per labyrinthum diſtribuitur, durior autem per varios ramulos tendit ad tympanum, aurem externam aliaſque vicinas partes.

Ex his licet brevius explicatis jam intelligere eſt qua ratione in nobis excitetur ſenſatio ſoni. Sonus qui in aere externo producitur in auriculam incidit & concham ingreditur; unde in meatum auditorium defertur; hinc tranſmittitur in tympani membranam quæ ſic concuſſa ad modum aeris incidentis contremiſcere incipit. Hujus membranæ fremitus communicatur aeri in tympani cavitate contento qui per tubam Euſtachianam illuc advenit, atque in eodem aere pulſus excitantur. Hic motus per feneſtras propagatur ad fibrillas nerveas quæ internas ſuperficies veſtibuli & trium canalium ſemicircularium veſtiunt, agitantur etiam ad motum aeris diverſa atque conſona quæ per cochleam ſecundum harmoniæ leges extenduntur nervi acuſtici filamenta & inde motus per nervum acuſticum ad cerebrum uſque transfertur & anima ſonum percipit. Aliquem aerem quem *innatum* dicunt in labyrinthi cavitatibus latere vulgo creditur; verum fictitius omnino videtur aer ille, cum nullus intra cavitates labyrinthi aditus, exitus nullus unquam obſervari potuerit; & præterea ad explicandum auditus artificium nullius omnino eſt utilitatis, præſertim ſi verum ſit quod paucis abhinc annis traditum eſt, mulierem Bononienſem rerum anatomicarum peritiſſimam detexiſſe communi-

municationem inter utramque feneſtram & cochleam, ope duorum muſculorum qui a feneſtris cum nervo auditorio connectuntur. Quare nulla eſt aeris innati neceſſitas. At neceſſarium omnino eſſe patet aerem in tympani cavitate contentum; hinc naſcitur ſurditas ſi tubæ Euſtachianæ hiatus obſtruatur. Ea de cauſa fit ut pictores dum in tabella auditorem aliquem intenſius attentum pingere volunt, eum ore patulo pendulaque maxilla inferiori repræſentare ſoleant.

IX. Unum jam ſupereſſet inveſtigandum, qua ſcilicet ratione fieri poſſit ut diverſi per aerem tremores ſine ulla tonorum confuſione eodem tempore ad aures propagentur variaſque excitent ſoni ſenſationes. Et quidem in concentu muſico ſoni tam graves quam acuti eodem tempore diſtincte audiuntur. Tanta eſt propoſiti phœnomeni difficultas ut meræ hactenus habeantur conjecturæ & vix aliquid amplius unquam ſperandum ſit. Ingenioſiſſima ſane eſt hypotheſis viri doctiſſimi D. De Mairan, qui in aeris particulis diverſos admittit elaſticitatis atque tenſionis gradus & diverſos veluti tonos, ita ut aliæ particulæ tardius, aliæ velocius ſuas vibrationes perficiant, atque ita diverſas ſenſationes producant. Si chorda muſica motu oſcillatorio agitetur, hæc motum ſuum transfert potiſſimum in aeris particulas uniſonas, eodem ſcilicet elaſticitatis & tenſionis gradu præditas; illæ igitur aeris particulæ inſtar chordæ eunt & redeunt. Inde rationem reddunt aliqui phyſici cur chorda uniſona etiam non

pulſata, ſi tamen fuerit proxima, reſonet & tonum edat; cum enim chorda illa ad chordæ pulſatæ modum contremiſcere apta ſit, recurrentibus aeris pulſibus motum accipit tonumque producit. Simili modo aliæ ſunt aeris particulæ quæ eodem tempore duplum abſolvunt vibrationum numerum, illæ igitur velociores aeris vibrationes in chordam ipſam transferri debent, debilius tamen, ut pote integra chordæ vibratione turbatæ, atque hinc fieri ajunt ut præter tonum totius chordæ quem *fundamentalem* dicunt, audiatur etiam tonus qui *octava* vocatur, aliique etiam toni excitentur, non ſolum in chorda pulſata, ſed in proximis quoque chordis licet intactis. Generatim rem ita explicant. Si chordæ duæ proximæ in partes aliquotas dividi poſſint quæ ſint inter ſe ad uniſonum, aut quod idem eſt, quæ vibrationes iſochronas peragant & harum chordarum una pulſetur ſonumque edat, chordæ duæ ſeſe in partes aliquotas veluti divident, recurrentibus aeris particulis, ut ad uniſonum reducantur. Ita ſi capiantur ejuſdem chordæ partes duæ, quarum ratio ſit 2. ad 3 & æqualiter tendantur, alteraque pars pulſetur, dividetur minor chorda in partes duas, & major in partes tres quæ ſingulæ ſeorſim vibrationes ſuas perficient. Nam brevior chorda, duarum nempe partium, tres vibrationes perficit, dum chorda longior partium trium duas tantum abſolvit, quare chorda brevior frequentiores in aere pulſus excitat quorum recurſu chorda longior citius quam par eſt agitatur, & cum utriuſque chordæ aeriſ-

que

que oſcillationes congiuere non poſſint, niſi ſingulæ chordarum partes aliquotæ & æquales, ſuas vibrationes ſeorſim peragant, motus ille conſpirans tam in chordis quam in aere tandem producitur. Hæc quidem tonorum multiplicitas experimentis demonſtratur, ſed demonſtrata non eſt allata experimentorum ratio. Etenim, ut alias prætermittam difficultates plurimas, ſi diverſæ aeris elaſticitati tribuenda ſint hæc muſices phœnomena, cur audiuntur duntaxat ſoni tono principali acutiores? Non minus diſtincte graviores toni in hac hypotheſi audiri debent; cum in utroque caſu iiſdem motibus recurrant atque conſpirent aliæ aeris particulæ quæ unam vibrationem peragunt, intereadum chorda tota vibrationem unam perficit. Sed hæc ſatis dicta ſint in re admodum difficili & nunquam fortaſſe explicanda.

APPENDIX

De quibuſdam capitis præcedentis utilitatibus.

I. EXplicatam in præcedenti articulo doctrinam intelligendis muſices principiis utiliſſimam eſſe ex dictis jam manifeſtum eſt; hanc autem utilitatem paucis, quantum licet, declarabimus. Muſica dicitur ſcientia varios ſonos ita conjungendi ut auribus gratam exhibeant harmoniam. De tonorum varietate nonnulla exponemus, & de ſuavitatis muſicæ cauſa pauca adjungemus. *Intervallum* apud muſicos appellatur

differentia inter duos ſonos ratione *gravitatis* & *acuminis*, ita ut quo major eſt differentia inter graviorem & acutiorem ſonum, eo majus quoque intervallum eſſe dicatur. Quare ſi differentia ſit nulla, nullum quoque eſt intervallum illudque intervallum *evaneſcens* appellatur *uniſonus*. Si intervallum fuerit 2: 1, ſi nempe ſoni rationem duplam teneant, intervallum dicitur *octava*; ſed primaria ſonorum intervalla jam definivimus, nunc vulgarem tonorum *ſcalam* explicabimus; hæc notiſſimis vocibus exprimitur *ut*, *re*, *mi*, *fa*, *ſol*, *la*, *ſi*, UT. In hac autem ſcala præcedentes toni ex ordine tenent ſequentium numerorum rationem nempe 1. $\frac{9}{8}$. $\frac{5}{4}$. $\frac{4}{3}$. $\frac{3}{2}$. $\frac{27}{16}$. $\frac{15}{8}$. 2. Ex hac numerorum ſerie patet æqualia eſſe vel fere æqualia intervalla inter *ut re*, *re mi*, *fa ſol*, *ſol la*, *la ſi*; verum intervalla inter *mi fa* & *ſi ut* licet æqualia inter ſe, præcedentium intervallorum ſunt tantum dimidia; quare intervalla *mi fa*, *ſi ut* appellari ſolent *hemitonia*, reliqua autem intervalla *ut re*, *re mi* &c. toni proprie dicuntur. Ut autem perſpicua intervallorum notio habeatur, docendum eſt qua ratione ſoni duo fractis numeris expreſſi poſſint inter ſe comparari. Ita ſi comparandi ſint ſoni *mi*, *ſol* qui exprimuntur numeris $\frac{5}{4}$, $\frac{3}{2}$, multiplicetur numerator 5 per denominatorem 2; deinde numerator 2 ducatur in denominatorem 4, habebuntur numeri duo integri 10 & 12, ac proinde ſonorum illorum ratio, ſive, quod idem eſt, intervallum exprimetur ratio-

ſtione eorumdem numerorum 10, 12; vel 5. 6; atque ſonorum intervallum eo majus erit quo magis ratio illa differt ab unitate. Nec difficilius numeris exprimitur ſonus aliquis cujus data eſt ratio ad alium quemlibet ſonum datum. Ita invenienda ſit tertia major quintæ $\frac{3}{2}$, hæc tertia major debet eſſe $\frac{5}{4}$ ipſius quintæ, ut patet ex tertiæ majoris & quintæ definitione; nam tertia major ſoni cujuslibet eſt $\frac{5}{4}$ ejuſdem ſoni; quare fractiones duæ $\frac{5}{4}$, $\frac{3}{2}$ in ſe invicem multiplicari debent, orieturque nova fractio $\frac{15}{8}$ quæ erit tertia major quæſita. Hæc omnia ſtatim manifeſta ſunt ex demonſtratis in arithmetica, ubi de numeris fractis. Simili ratione in aliis quibuslibet tonis operatio inſtitui debet; ita ratio *ſi ut* eſt $\frac{15}{16}$ ad 1 ſeu 15 ad 16, atque eadem eſt ratio *mi fa*, nempe $\frac{5}{4}$ ad $\frac{4}{3}$ ſeu 15 ad 16. Hinc patet hemitoniorum intervalla eſſe tonorum integrorum intervallis dimidio circiter minora. Etenim ratio *ut re*, eſt $\frac{8}{9}$, ratio autem *ſi ut* vel *mi fa* $\frac{15}{16}$, quæ duæ rationes ſi conferantur cum unitate, differentiæ inveniuntur $\frac{1}{9}$ $\frac{1}{16}$ quarum una eſt altera circiter duplo major. Jam ad vulgarem ſcalam varioſque tonos redeamus.

Si intervallum componatur ex tono & hemito-

mitonio; ut *mi ſol*, *la ut*, *re fa*, dicitur *tertia minor*. Intervallum ex duobus tonis compoſitum quales ſunt *ut mi*, *fa la*, *ſol ſi*, vocatur *tertia major*. Intervallum ex duobus tonis & hemitonio compoſitum quales ſunt *ut fa*, vel *ſol ut*, appellatur *quarta*. Si intervallum conſtant ex tribus tonis quales ſunt, *fa ſi*, vocatur *Trito* vel etiam *quarta ſuperflua*. Intervallum ex tribus tonis & hemitonio compoſitum quale eſt, *ut ſol*, *fa ut*, *re la*, *mi ſi*, vocatur *quinta*. Si intervallum componitur ex tribus tonis & duobus hemitoniis quale eſt *mi* UT, appellatur *ſexta minor*; dicitur autem *ſexta major*, ſi intervallum ex quatuor tonis & hemitonio componatur, quale eſt intervallum, *ut la*. Si intervallum ex quatuor tonis conſtet & ex duobus hemitoniis quale eſt *re* UT, dicitur *ſeptima minor*; at vocatur *ſeptima major*, ſi intervallum ex quinque tonis & hemitonio componatur, tale eſt intervallum *ut ſi*. Tandem ſi intervallum ex quinque tonis & duobus hemitoniis compoſitum fuerit; quale eſt *ut* UT, appellatur *octava*. Evidens autem eſt illas tonorum definitiones convenire cum iis quas in articulo præcedenti tradidimus: unicum exemplum afferre ſatis ſit. Intervallum *mi ſol* eſt *tertia minor*; nam *mi* in ſcala vulgari exprimitur per $\frac{5}{4}$ *ſol* autem per $\frac{3}{2}$: quare intervallum inter *mi* & *ſol* exprimit ratio fractionum $\frac{5}{4}$, $\frac{3}{2}$ quæ quidem ratio eſt 10 ad 12 vel 5 ad 6 ac proinde intervallum illud eſt *tertia minor*, ut antea explicavimus. Si præ-

cedentibus tonis in inſtrumento muſico certus aſſignetur vibrationum numerus, vel, quod idem eſt, datus *gravitatis* & *acutiei* gradus, atque deinde toni illi duplo acutiores reddantur, nova obtinetur ſcala in qua toni ſinguli ad tonorum præcedentium *octavam* aſcendunt. Quia vero a primo *ut* uſque ad ſecundum *re*, alterius ſcilicet ſuperioris vel *aſcendentis* ſcalæ, novem ſoni computantur, ideo intervallum inter illos duos ſonos dicitur *nona* quam componi manifeſtum eſt ex ſex tonis & duobus hemitoniis. Simili ratione intervallum inter *ut* primæ ſcalæ & *fa* ſecundæ vocatur *duodecima*, atque ita deinceps. Dupla octava appellatur *decima quinta*; at *decima ſeptima* vocatur dupla octava tertiæ, & *decima nona* dicitur dupla octava quintæ. Totam rem numeris explicabimus.

Si tonus aliquis dicatur 1, illius octava acutior erit 2, gravior autem octava $\frac{1}{2}$: numeri illi exprimunt vibrationum numerum dato aliquo tempore peractarum. Quare ut toni alicujus octava acutior habeatur, numerus hunc ſonum exhibens per 2 multiplicari debet; ſi vero multiplicetur per $\frac{1}{2}$ habebitur octava gravior. Itaque ſi ſonus aliquis V. G. *ut* dicatur 1, illius octava acutior erit 2, dupla octava erit 4, tripla 8. Contra autem octava gravior erit $\frac{1}{2}$, dupla octava $\frac{1}{4}$ tripla octava $\frac{1}{8}$. Simili modo numerus 3 exprimet duodecimam acutam, duodecima autem gravis erit $\frac{1}{3}$. Ita decima

tima ſeptima major acuta erit 5, gravis autem $\frac{1}{5}$; facile patet duodecimam acutam toni alicujus eſſe octavam quintæ ejuſdem toni. Etenim ſi tonus *principalis* dicatur 1, erit quinta $\frac{3}{2}$, cujus octava eſt 3. Simili ratione decima ſeptima major acuta, eſt dupla octava tertiæ majoris ejuſdem toni; etenim quinta exprimitur fractione $\frac{5}{4}$, quę multiplicata per 4, ut habeatur dupla octava, abit in 5, nempe in decimam ſeptimam majorem acutam. Porro evidens eſt quinque tonos qui vulgarem ſcalam conſtituunt in duos ſemitonos veluti diviſos concipi poſſe; ita inter *ut* & *re* medius eſt tonus qui *ut* ſemitono ſuperat, & a ſono *re* deficit eodem ſemitoni intervallo. Si aliquis ſcalæ tonus ſemitoni intervallo gravior reddatur, dicitur *bemollis*; vocatur autem *dieſis* ſi eodem intervallo fiat acutior.

His præmiſſis quæ quidem muſices amatoribus probe cognita eſſe debent, jam referendum eſt præclariſſimum ſane experimentum quo muſicæ doctrinæ pars maxima innixa videtur. Si chorda aliqua muſica præſertim craſſior, plectro pulſetur, præter tonum *principalem* ſive *fundamentalem* auditur octava ejuſdem toni, & præterea duodecima & decima ſeptima major acuta ſatis facile diſtinguuntur, hoc eſt, octava acuta quintæ & dupla octava tertiæ majoris. Id quidem jam diu notum eſt; at ſubtilius aliud experimentum habuere recentiores muſici; ſi nempe comparantur chordæ duæ quarum una ſit ad duodecimam gravem

vem chordæ pulſatæ, altera autem ad decimam ſeptimam majorem gravem, fremitus quidam in duabus illis chordis obſervatur, nullus tamen auditur ſonus. Præterea chordæ illæ in partes veluti dividuntur, una ſcilicet in tres partes æquales, altera autem in quinque, atque partes illæ in quas dividuntur chordæ, ſoni principalis octavam redderent, ſi non fremitum duntaxat ſed ſonum quoque ederent. Jam tonus fundamentalis dicatur *ut*; quia vero eadem chorda producit duodecimam & decimam ſeptimam majorem, audietur quoque octava ipſius *ſol* & dupla octava toni *mi*. Quare cum octavam *ſol* & duplam octavam *mi*, quaſi ſponte inſtrumenta ipſa ſuppeditent; hinc colligitur duos prædictos tonos ſimul cum tono *ut*, conſonantiam magis naturæ conſentaneam ac proinde & magis perfectam reddere.

Simili ratione illa tonorum conſonantia voce expreſſa, foret omnium perfectiſſima; at quia vocis limites tam magna intervalla non facile permittunt, prædictis tonis illorum octavæ ſubſtituuntur; hinc naſcitur cantus *ut*, *mi*, *ſol*, *ut* omnium ſimpliciſſimus & maxime facilis, in ipſo corpore ſonoro habens originem. Quia vero in hoc cantu *ut*, *mi*, *ſol*, *ut* tertia *ut mi* major eſt, hinc cantus ille *modus major* appellatur.

In ſecunda experimenti parte percipitur fremitus duodecimæ gravis & decimæ ſeptimæ majoris itidem gravis; hinc derivatur alter *modus* qui *minor* appellatur, cujus denominationis rationem explicabimus. Cum tertia minor gravis ſit *la*, tertia ma-

jor

jor a minori differt hemitonio, ſed intervallum *ut la* eſt tertia minor, ergo intervallum *ut la bemollis* erit tertia major. Quare decima ſeptima major gravis erit dupla octava ipſius *la bemollis* gravis. Simili modo cum quinta gravis ſit *fa*, duodecima gravis erit octava ipſius *fa* gravis. Itaque cum toni ſubſtitui poſſint octavis, hinc oritur cantus naturæ conſentaneus, *fa la bemollis ut*, in qua tertia *fa la bemollis* minor eſt & ideo modus ille appellatur *minor*.

Verum quia reſonante tono principali *ut*, in tonis *fa*, *la bemolli* fremitus duntaxat percipitur, nullus autem ſonus qui in primo modo auditur, hinc modus minor minus perfectus eſt quam modus major. Ex his principiis muſicæ compoſitionis leges derivarunt viri celeberrimi eruditique *orphei*, ſed nobis ſatis ſit ea breviter expoſuiſſe quæ in chordarum muſicarum vibratione obſervantur. De ſuavitatis muſicæ cauſa re quidem valde obſcura aliquid ſubjungemus quod ſua utilitate non caret, & ſic *miſcebimus utile dulci*.

II. Propria experientia unuſquiſque novit ea ſibi placere quorum ordinem juſtamque diſpoſitionem percipit. Ita ſi contemplemur horologium, id maxime nobis placebit ſi ex ejus ſtructura intelligimus ſingulas illius partes ita eſſe connexas ut ad tempus accurate indicandum concurrant. Exemplo etiam ſit architectura quæ *Gothica* appellatur: hęc ornamentorum multitudine laborat atque intuentium oculos animumque defatigat. Quia vero ſine partium varietate nullus rerum ordo eſſe poteſt, hanc primariam ſuavitatis cau-

cauſam unuſquiſque in ſeipſo experitur, nempe conſenſum ſive ordinem in varietate. Et quidem nobis diſplicet nimis longa rerum vel objectorum ſimilitudo; maxime delectamur lectione librorum qui maximam nos docent rerum varietatem; contra autem tædio afficimur ſi res eaſdem frequentius repetitas legamus. Hanc generalem ſuavitatis rationem ad muſicam transferre tentarunt doctiſſimi viri, hac nempe ratione.

Duo in ſonis potiſſimum conſideranda ſunt quæ ordinem poſſunt continere, ſonorum ſcilicem *gravitas* vel *acumen* & eorum *duratio*. Itaque placebit muſicus concentus, ſi ordinem quem inter ſe tenent ſoni illorumque durationem percipimus. Duorum ſonorum ordinem intelligimus, ſi percipiamus rationem quam vibrationum eodem tempore editarum numeri inter ſe habent; ita ſi aliquis ſonus eodem tempore tres pulſus perficiat dum alter duos tantum abſolvit, jam eorum relationem atque ordinem cognoſcimus. Simili modo plurium ſonorum mutuam relationem comprehendimus, ſi rationes omnes quas ſingulorum ſonorum numeri inter ſe habent perſpectas habemus. Quia vero in ſonorum duratione ordo etiam eſſe poteſt, ex hac cauſa voluptatem etiam capiemus ſi rationes quas ſingula durationum tempora inter ſe tenent, percipiamus. Cum autem ſoni graviores eodem tempore pauciores edant pulſus, perſpicuum eſt ſonorum acutorum rationem facilius quam gravium percipi poſſe, eodem tamen manente tempore & mutato duntaxat vibratio-

tionum numero. Hæc itaque regula meritò obſervatur, ut nempe gravioribus ſonis major tribuatur duratio, acutioribus minor; atque eandem ob cauſam ſonos eo magis producendos eſſe intelligitur quo magis ſunt compoſitæ & perceptu difficiles tonorum rationes: fieri tamen poteſt ut acutiores ſoni tardius aliquando incedere debeant, graviores autem celeriter progredi poſſint, ſi nempe hi ſimplices, illi vero compoſitas teneant rationes. Hinc intelligitur modi utriuſque *majoris* ſcilicet & *minoris* perfectio, cum ſonorum ordinem atque relationem natura ipſa nobis ſuppeditet. Verum quidquid hactenus dictum eſt de ſonorum ordine illorumque mutua relatione non ita intelligendum volumus, quæ nonnullorum eſt opinio, quaſi ex ipſa numerorum natura facilique vibrationum proportione ſuavitas muſica derivari poſſit. Et quidem ſi ex ipſa vibrationum natura illarumque facili ratione pendeat harmoniæ jucunditas, quid cauſæ eſſe poterit cur tertia minor in qua vibrationes ſunt ut 5 & 6, gratiſſimam auribus exhibeant conſonantiam: contra autem ſoni quorum vibrationes ſunt ut 6 & 7, aures duriſſime offendant? Ecquis ſibi facile perſuadedit jucundiſſimam eſſe primam conſonantiam, quia ſingulæ ſex vibrationes ſimul recurrunt; in alio autem ſono acerbe aures afficiuntur, quia ſingulæ tantum ſeptem vibrationes ſimul recurrere audiuntur? Ecquis intelliget tantam ſenſationum differentiam ex minima tonorum differentia quæ eſt duntaxat $\frac{1}{36}$ nempe pars

36. Igitur per vibrationum relationes perceptu faciles intelligimus tantum illas tonorum rationes quas inſtrumentorum noſtræque vocis natura exhibet, atque nomine conſonantiarum illas duntaxat ſignificamus ſonorum combinationes quæ ad præcedentes modos referuntur; contra autem ſi ad modos illos ſoni non poſſunt referri, *diſſonantiæ* appellantur. Jucunditatem ſemper afferunt conſonantiæ; quamvis autem diſpliceant diſſonantiæ, eas tamen aliquando adhibere licet, non tamen ſine a'iqua præparatione & dummodo ad perfectiſſimam conſonantiam ſtatim tranſitus fiat. In diſſonantiarum uſu ars eſt maxima; & quidem ſi diſſonantiarum labori & triſtitiæ ſuccedat conſonantiarum facilitas & jucunditas, brevi tædio quaſi ſublevati majorem deinde capimus voluptatem. Frequentiores autem uſurpari ſolent diſſonantiæ in iis muſicarum compoſitionum generibus quæ ad dignitatem & majeſtatem formata eſſe debent, quales ſunt concentus ſacri pro templorum majeſtate & religione compoſiti.

Ex iis quæ hactenus diximus probabiliſſime colligitur ſuas eſſe & quidem certiſſimas artis muſicæ leges, nullo hominum arbitrio mutabiles. Fatendum tamen eſt ſuavitatem muſicam ex gentium moribus atque ingenio non parum pendere; etenim cum ſenſationibus repræſentandis accommodata ſit muſica, pro diverſa hominum indole magis minuſve jucundum eſſe debet idem muſicæ genus. Evidens quoque eſt ex diverſa organi conformatione repetenda etiam eſſe diverſa de muſicæ ſuavi-

tate

tate hominum judicia. Itaque ſi homines iiſdem ſenſationibus diverſimode afficiantur, ſi organum auditus ſit varie conformatum ita ut validius vel debilius flectatur atque moveatur, jam diverſas de muſicæ ſuavitate opiniones ex his cauſis oriri neceſſum eſt. Hac igitur ratione abſolvi poſſe videtur pervulgata quæſtio de muſicæ varietate; dum enim diſputari ſolet uſurpatum a natione aliqua muſicæ genus non eſſe naturæ conſentaneum, res perinde ſe habet ac ſi vernaculum in eadem natione ſermonem naturæ conſonum eſſe negaretur; & quidem linguæ in qualibet natione ad exprimenda hominum ſenſa ſunt inſtitutæ, atque talis eſſe debet muſicæ perfectio ut voces ideoque & hominum indolem, quantum ars patitur, exhibeat. Sed hæc pauca breviter attigiſſe ſatis ſit, oblata occaſione; quidquid ſit de muſicæ ſuavitatis cauſa & varietate, certiſſimum eſt tantam eſſe harmoniæ vim ut non ſolum homines quibus rite conformatum eſt organum plurimum delectet; ſed aliquos delicatiori auditu inſtructos mira dulcedine rapiat, varioſque affectus movere valeat. Quæ cum ita ſint, purior doctrina jubet caute declinandos eſſe muſicos concentus qui ad excitandos affectuum tumultus morumque ſanctitatem corrumpendam videntur compoſiti.

SE-

SECTIO SECUNDA.

De lumine & igne.

CUM lux & ignis communes quaſdam & affines proprietates habeant, utrumque argumentum eadem ſectione complectemur; id enim in noſtris inſtitutionibus maxime cavemus ne ea ſeparemus quæ ſunt conjuncta. Itaque duo erunt hujus ſectionis capita. Primum de lumine; alterum de igne.

CAPUT I.

De lumine.

TRiplici potiſſimum ratione lux conſiderari poteſt, nempe vel in corpore lucido quod lucem emittit, vel in corpore quod emiſſam lucem excipit, & tandem in ipſo viſionis organo. In hac autem diviſione continentur etiam quæ de coloribus & iride in cultiori phyſica ſolent explicari. Itaque pro rerum tractandarum varietate & ordine varios inſtituemus articulos.

ARTICULUS I.

De lucis natura & propagatione.

I. OMnes tum veterum, tum recentiorum philoſophorum de natura lucis ſententiæ licet plurimum inter ſe diſſidentes,

tes, ad duo veluti capita referri poſſunt. Alii nimirum exiſtimant lucem eſſe qualitatem aliquam, vel accidens quod lucido corpori modo conjungatur aliorumque accidentium inſtar inhæreat, modo ab illis ſeparetur. Alii vero arbitrantur lucis naturam poſitam eſſe in tenuiſſima quadam ſubſtantia corporea quæ celerrime agitata, corpora illuſtret, aerem penetret, oculum ſubeat nerveaſque fibrillas percellens ſenſum quemdam in illis imprimat. Quod primam opinionem ſpectat, eam breviter & fortaſſe longius quam par eſt, in ſequenti concluſione refellemus. Quod vero attinet aliorum philoſophorum ſententiam, ii rurſus naturam lucis diverſimode explicant. Carteſius vorticum hypotheſim hic, pro more ſuo, implorat, & rem totam ita exponit. Sol, ſtellæ fixæ ex tenuiſſimis corporibus nempe ex materia primi elementi ſeu ſubtili componuntur & in globos conformantur qui circa proprium axem vehementiſſimo motu convertuntur. Jam dum globuli illi aguntur in gyrum, conantur a centro motus recedere atque hac vi centrifuga circumſtantes ſecundi elementi globulos quaquaverſum per rectam impellunt. Quia vero globuloſa materia a ſole ſtelliſque fixis veluti centris, radiorum inſtar ad circumferentiam, hoc eſt, ad extremum vorticis protenditur, dum globulus Soli contermimus ſubtilis materiæ vi centrifuga impulſus movetur, idem motus per ſeriem globulorum propagatur, donec globulus oculo contiguus & ad tremorem concitatus lucis ſenſationem excitet; & quidem *in inſtanti*,

non

non ſecus ac agitata baculi extremitate, alteram extremitatem ſtatim moveri neceſſe eſt.

II. Carteſianam hypotheſim validiſſimis argumentis impugnavit Nevvtonus & fere demonſtravit lucem conſiſtere in ſubtiliſſimis effluviis a corpore lucido tanquam centro per radios perpetuo emanantibus & in omnem partem rapidiſſime vibratis. Itaque patet Carteſianam hypotheſim a Nevvtoniana ſententia duplici ex parte maxime diſcrepare. 1. Carteſius nulla admittit e corpore lucido effluvia. 2. Lucem in inſtanti propagari aſſerit; quæ duo negat Nevvtonus, cujus ſententiam in ſequenti concluſione explicabimus & confirmabimus.

CONCLUSIO.

Lux conſiſtit in effluviis e corpore lucido jugiter emanantibus, illiuſque propagatio inſtantanea non eſt, ſed ſucceſſiva.

PROB. I Pars. Experimentis notiſſimum eſt radios lucis in ſpeculi *uſtorii* foco collectos tantam vim concipere ut ex duriſſimis quoque adamantibus fumum exprimere, corpora plurima in calcem vitrumque redigere valeant. Hi autem aliique id genus effectus intelligi nequaquam poſſunt, niſi tenuiſſima lucis corpuſcula undequaque diſperſa in minus ſpatium redigantur vimque majorem acquirant; ac proinde lux in perpetua tenuiſſimarum particularum emiſſione conſiſtit. Et requidem ipſa, corpora omnia lucida ut flamma & ignis dum lucent & urunt,

urunt, tandem conſumuntur atque omnino diſſipantur.

Neque eſt quod Carteſianam vorticum hypotheſim jam antea profligatam hic iterum refellamus, ſatis erit oſtendere lucis propagationem conſiſtere non poſſe in preſſione quadam per fluidum aliquod elaſticum diffuſam. Etenim fluidum illud preſſionem ſuam undequaque exercet, non ſecus ac in ſono videmus contingere. Itaque ſol etiam latens ſub horizonte nobis foret conſpicuus, eodem plane modo quo ſonus in quavis cubiculi parte per feneſtram auditur. Ex his jam ſic concluditur. E corporibus lucidis perpetuo emanant effluvia illa, quæ experimentis ſeſe manifeſtant & quæ lucis phœnomena omnino poſtulant; atqui ſine perpetua corpuſculorum emanatione explicari non poſſunt experimenta, luciſque phœnomena quibus minime ſatiſfacit fluidi elaſtici preſſio. Ergo &c.

PROB. II Pars. Luminis propagationem *inſtantaneam* non eſſe, ſed tempore aliquo indigere ex prima concluſionis parte manifeſtum eſt. Etenim cum effluvia a corpore luminoſo ad oculos noſtros emitti progredique debeant, motum illum in inſtanti fieri repugnat; cum quælibet materiæ translatio aliquod poſtulet temporis intervallum. Succeſſivam luminis propagationem non ſolum demonſtrant obſervationes aſtronomicæ, ſed ipſam quoque propagationis velocitatem oſtendunt. Circa Jovem Satellites quatuor revolvuntur, ut circa terram Luna; & quemadmodum Luna eclipſim patitur ubi telluris umbram ſubit, ita

ita quoque eclipſim patiuntur Satellites ubi Jovis umbram ſubeunt, Jove ſcilicet Solem inter & Satellitem conſtituto. Satelles intimus horis circiter 42 revolutionem abſolvit, & in ſingulis revolutionibus ob exiguam a Jove diſtantiam in Jovis umbra immergitur. Obſervatum autem eſt, tellure inter Solem & Jovem exiſtente, Satellitis ab umbra Jovis emerſionem citius contingere quam per calculos aſtronomicos fieri debet; contra autem Sole inter Jovem terramque conſtituto, prædicti Satellitis emerſionem tardius accidere obſervatur quam juxta tabulas aſtronomicas fieri oporteret. Hæc autem acceleratio vel retardatio nulla alia ratione intelligi poteſt quam ex ſucceſſiva luminis propagatione; hæc enim efficere debet ut brevioris temporis intervallo lux e minori diſtantia deferatur. Accuratiſſimis autem diuturniſque obſervationibus innotuit totam temporis differentiam pertingere ad 14 minuta prima, Jove accedente ad terram vel ab ea recedente per intervallum quod duplæ diſtantiæ Solis a terra æquale eſt; quare attributa ſunt minuta ſeptem circiter propagationi ſucceſſivę lucis a Sole ad terram. Hinc tandem argumentari licet: Succeſſiva eſt propagatio illa quam inſtantaneam eſſe, & ipſi lucis naturæ & obſevationibus aſtronomicis repugnat, atqui &c. Ergo.

Objic. adverſus I partem. In hypotheſi Newtoniana Sol qui lucis noſtræ fons eſt & origo per vaſtiſſima undequaque ſpatia a multis retro ſæculis corpuſcula perpetuo emitteret; & quidem ſine ullo ſubſtantiæ

ſolaris detrimento; quod omni caret veriſimilitudine. Quare ſic argumentantur aliqui. Repugnat hypotheſis illa quæ lucis ſolaris jacturam maximam & extinctionem fere omnem induceret, atqui &c. Ergo... Reſp. N. Min. nullius momenti eſt objectio illa quæ imperito quorumdam phyſicorum vulgo videtur graviſſima. Licet Sol diſtet a terra ſemidiametris terreſtribus ad minimum 22000, & ſingulis horæ ſemiquadrantibus novo lumine impleat ſphæram toto globo terraqueo pluſquam decies millies majorem, inde tamen timenda non eſt ſolaris luminis jactura. Et quidem difficultatem penitus tollit immenſa luminis tenuitas quæ omnem imaginandi vim longe ſuperat; ſatis ſit obſervare leviſſimam plumulam filo ſuſpenſam, immiſſo ſtatim Solis radio, ne leviter quidem agitari. Præterea delicatiſſimum viſionis organum, licet incurrentes perpetuo ſolis radios excipiat, nullam tamen ex hujus materiæ affluxu offenſionem patitur. Verum cum tanta ſit radiorum ſolarium velocitas, neceſſum omnino eſt ut minimam & fere nullam contineant materiæ quantitatem; alioqui enim radii lucis immenſa fere vi corpora impeterent totamque telluris compagem diſſolverent. Hæc autem reſponſio facilius intelligetur, ſi revocetur in memoriam præclariſſimum theorema in quo demonſtravimus non repugnare portionem materię valde exiguam in vaſtiſſimam ſphæram ad Saturnum uſque extendi, iiſdem manentibus quæ in præſenti rerum ſtatu obſervamus phœnomenis. Quæ cum ita ſint, ſubſtantiæ ſo-

ſolari reparationem aliquam fruſtra quæſi-verunt nonnulli.

Inſt. I. Lux corpora quædam penetrat, in aere, cryſtallo aliiſque pellucidis corporibus liberrime diffunditur & quidem ſecundum lineam rectam. Hinc lucem *accidens* eſſe ac proinde illius propagationem in ſubtiliſſimis effluviis poſitam non eſſe tali ratiocinatione concludunt Peripatetici. Veriſimile non eſt ſubtiliſſima etiam effluvia intimam corporum ſubſtantiam pervadere, & per vaſtiſſima ſpatia motu rectilineo propagari; Ergo &c.... Reſp. N. Maj. Prima hujus objectionis pars vix reſponſione indiget. Etenim ſi lux ſit accidens, intelligi certe non poteſt cur ipſa aliquorum duntaxat corporum ſubſtantiam pervadat, cur corpora aliqua ſint pellucida alia autem opaca, quod quidem nos facile explicabimus ubi de pelluciditate & opacitate ſermo erit.

Quod ſpectat rectilineam luminis propagationem, ex lucis directione nequaquam pendet noſtra concluſio. Hæc objectio in ipſos adverſarios facile retorqueri poſſet. Demonſtrant quidem experimenta rectilineam *ad ſenſum* eſſe luminis propagationem in exiguis diſtantiis. Ita in cubiculum tenebroſum introducto ſolari radio, lineam lucidam recta protenſam obſervamus. Verum accurate rectilineam luminis propagationem neque in diſtantiis majoribus, neque etiam in minoribus non admittimus, quod deinde explicabimus ubi de lucis tranſitu per diverſa media tractabimus. Interim recordari ſatis erit experimentum jam

alias memoratum ; ſi nempe ſolaris radius intra obſcurum cubiculum exceptus prope corporum extrema tranſeat , ille per rectam progredi non obſervatur, ſed ad corporis extremitatem inflecti atque incurvari manifeſte deprehenditur ; quod quidem experimentum nulla ratione explicare poterunt Peripatetici , neque etiam fortaſſe Carteſiani.

Inſt. II. Effluviorum hypotheſis eam potiſſimum ob cauſam adhiberi videtur , ad explicandam nempe ſucceſſivam luminis propagationem ; nulla autem eſt hujus hypotheſeos hac in re utilitas. Et quidem conſideremus globulos duos æquales & elaſticos quorum diameter dicatur d ; unus autem alium quieſcentem percutiat velocitate v , dicaturque a , ſpatium inter globi percuſſi extremitatem poſteriorem comprehenſum ; evidens eſt ex demonſtratis in phyſica generali conflictuum legibus , globuli percutientis extremitatem anteriorem deſcribere ſpatium a , tempore $\frac{a}{V}$ quo nempe attinget globulum alterum ; deinde extremitas anterior globi percutientis & extremitas poſterior globi percuſſi movebuntur communi velocitate $\frac{V}{2}$, hoc eſt, globulus qui antea movebatur velocitate V , amittet velocitatem $\frac{V}{2}$ quam globus alter acquiret. Jam dicatur x , ſpa-

ſpatium quod punctum contactus percurrit, intereadum globulus elaſticus comprimitur & relaxatur, punctum contactus percurret ſpatium x, velocitate $\frac{V}{2}$, tempore $\frac{2x}{V}$, ut patet. Tunc primus globulus quieſcit, & extremitas anterior globuli percuſſi deſcribit ſpatium quodlibet c, velocitate V, tempore $\frac{c}{V}$. Jam vero ſpatium inter locum quem ante ictum occupabat globi percutientis extremitas anterior; & inter locum quem occupabat extremitas anterior globuli percuſſi patet eſſe = $\frac{a+x+c+d}{V}$. Quare ſi duo tantum ſingantur globuli, erit differentia temporis in hypotheſi *emiſſionis & preſſionis* = $\frac{d-x}{V}$. Si ponantur tres globuli, differentia fiet $\frac{2d-2x}{V}$, & ita deinceps; poſitoque globulorum numero n, valde magno; differentia erit quamproxime = $\frac{nd-nx}{V}$; ac proinde ſi fiat d = x, nulla erit temporis differentia, hoc eſt, lucis propagatio eodem omnino tempore fiet, in utraque hypotheſi preſſionis vel emiſſionis. Itaque inu-

inutilis omnino eſt hypotheſis illa, ſi propagationis ſucceſſivæ phœnomenis æque ſatisfaciat preſſio Carteſiana, atqui &c. Ergo..... Reſp. N. Min. Hæc ſubtiliſſima & accuratiſſime demonſtrata objectio iis tantum adverſatur phyſicis & quidem plurimis, qui ex ſucceſſiva lucis propagatione corpuſculorum emiſſionem oſtendere conantur, quod quidem immerito faciunt niſi hac ratiocinatione utantur: in præcedenti formula $\frac{nd-nx}{V}$, indifferentia temporis in uno duntaxat caſu ſit nulla, dum nempe $d = x$, hoc eſt, ſi globuli unius diameter ſpatio percurſo x, æqualis ſit; in alio autem quolibet caſu aliqua habetur temporis differentia. Quare preſſionis hypotheſi unicus tantum caſus patrocinatur, cæteri omnes infiniti adverſantur. Hæc quidem ratiocinatio valde probabilis eſt, non tamen vim demonſtrationis obtinet; atque ea de cauſa corpuſculorum emiſſionem non ex ſucceſſiva lucis propagatione oſtendimus, ſed contra ex radiorum emiſſione ſucceſſivam luminis propagationem demonſtravimus.

Objic. adverſus II partem. Validiſſimum ſucceſſivæ propagationis argumentum ab omnibus reputatur illa temporis differentia quam in Satellitis intimi Jovialis eclipſibus obſervant aſtronomi, pro varia Satellitis a tellure diſtantia. At Joannes Dominicus Caſſinus hunc propagationis ſucceſſivæ effectum non obſervavit in aliorum Satellitum eclipſibus; imo ne in ipſo quidem Satelli-

te

te intimo conſtans deprehenditur effectus ille. Etenim ſi jupiter, dum eſt in minima vel maxima a tellure diſtantia, ſit ſimul in minima a Sole diſtantia, minus remotus eſt a terra quam ſi fuerit in maxima a Sole diſtantia, & differentia diſtantiarum æqualis erit differentiæ diſtantiarum Jovis a Sole, quæ proxime æqualis eſt dimidiæ diſtantiæ Solis a terra, ut notum eſt ex aſtronomia. Quare, cæteris paribus, in primo caſu per tria ſaltem minuta citius lumen propagari deberet quam in ſecundo, ac proinde citius in primo quam in ſecundo caſu conſpicuæ forent eclipſes, quæ tamen temporis differentia non obſervatur. Igitur ex obſervationibus aſtronomicis id tandem colligi poteſt: ſucceſſivam lucis propagationem non demonſtrat illa temporis differentia quæ nec conſtanter obſervatur nec talis apparet qualem poſtularent ſucceſſivæ propagationis phœnomena, atqui &c.... Reſp. Diſt. Maj. Non obſervatur ob prætermiſſas correctiones omnino neceſſarias C. Maj. adhibitis correctionibus neceſſariis N. Maj. D. Min. N. Conſ. In tabulis aſtronomicis quas adhibuit Caſſinus & quibus deinde uſi ſunt alii plurimi, omiſſæ fuerunt correctiones nonnullæ quas tamen neceſſario poſtulabant Satellitum Jovialium motus. Correctiones illas hic explicare non licet, cum ſine doctrina aſtronomica intelligi non poſſint. Satis erit obſervare, pro varia Satellitum poſitione varios omnino eſſe & nequaquam negligendos errores ex mutua illorum attractione oriundos. Accuratiores Satellitum Jovialium tabulas ediderunt celeberrimi aſtro-

ſtronomi Hallejus & Bradlejus, qui omnem, quantum in re ſubtiliſſima fieri poteſt, adhibuerunt diligentiam: per triginta & amplius annos Satellitum motus exquiſitis teleſcopiis perſecutus eſt vir peritiſſimus D. Pound cujus obſervationes cum doctrina aſtronomica accurate conſentiunt. Itaque nullum jam ſupereſt diligentioribus aſtronomis dubium quin eadem valeat in omnium Satellitum eclipſibus temporis differentia, proportione ſervata. De Satellitum erroribus & correctionibus adhibendis legantur clariſs. D. De Lisle litteræ ad aſtronomos datæ an. 1750.

Inſt. I. Si ea ſit lucis celeritas ut a Sole ad nos perveniat tempore octo minutorum circiter; lux e ſtellis ad nos devenire non poterit niſi poſt longiſſimum tempus. Etenim licet ignota ſit ſtellarum a tellure diſtantia; certum tamen eſt eam immanem eſſe & vix cum diſtantia Solis comparandam. Hinc facile colligitur ſtellas a nobis videri per lumen poſt plures annos emiſſum, imo poſt plura annorum millia. Itaque admittenda non eſt hæc hypotheſis quæ tot abſurda & minime credibilia continet, atqui &c. Ergo .... Reſp. N. Min. Minime abſurda ſunt hæc quæ objiciuntur, licet minus credibilia videri poſſint iis qui ſenſuum præjudiciis aſſueti magnitudines omnes intervallaque omnia & tempora ex craſſioribus ſenſuum obſervationibus & præjudicatis opinionibus definiunt. Et quidem certum omnino eſt lucis radios ſucceſſive propagatos a remotioribus ſtellis ad nos pervenire non potuiſſe niſi poſt plura ſæcula;

la; ſi autem ſupremus rerum omnium conditor ſtellas ſtatim poſt mundi creationem videri voluerit, ſimul quoque creavit luminis veſtigia a ſtellis ad nos uſque protenſa; alioquin inter ſtellas fixas eſſe poſſent aliquæ e quibus nondum ab initio mundi lux ad nos perveniſſet. Cæterum ſi immenſa hæc lucis veſtigia ſtatim Deus non creaverit, fieri poſſet ut aliquæ remotiſſimæ ſtellæ poſt multa annorum millia videri inciperent & pro ſtellis novis haberentur. Porro in his omnibus nihil eſt quod vel tantiſper repugnet.

Inſt. II. Admiſſa ſucceſſivæ propagationis hypotheſi, jam in corporum cæleſtium motibus duæ correctiones adhibendæ ſunt; una ſcilicet ex luminis propagatione, altera autem ex ipſo objecti motu. Et quidem dum objectum lucem emittere incipit, non ſtatim hoc ipſo inſtanti conſpicitur, ſed eo tardius obſervatur quo major fuerit inter objectum & ſpectatorem diſtantia. Si objectum & ſpectator quieſcant, nullum in directione objecti diſcrimen eſſe poteſt; at ſi interim moveatur objectum, locus apparens qui ad primam radii directionem refertur maxime differet a loco vero, ſi objecti diſtantia ſit valde magna. Ita ob maximam ſtellarum diſtantiam, loca illarum apparentia a veris immaniter diſcreparent, neque vera illarum diſtantia ullo modo poſſet definiri. Hæc autem graviſſima difficultas evaneſcit, ſi inſtantanea ſit lucis propagatio; non ſolum enim objecta eo ipſo inſtanti quo lucem emittunt, ſtatim apparerent,

ſed etiam ſecundum ipſam radii directionem viderentur, neque ſpectatoris vel objecti translatio diſcrimen ullum afferre poſſet. His præmiſſis ſic tandem concluditur. Hypotheſis illa omnino repugnat quæ univerſam turbaret aſtronomiam, atqui &c. Ergo .... Reſp. C. Maj. N. Min. Hæc objectio occaſionem præbet explicandæ correctionis aſtronomicæ quam lucis *aberrationem* appellant. Hujus aberrationis duplicem caſum conſiderabimus; vel movetur objectum lucidum, quieſcente ſpectatore; vel contra movetur ſpectator, interim quieſcente objecto lucido.

Ponamus ex objecto lucido O (Fig. 5.) emanare radium, qui, objecto quieſcente ad oculum ſpectatoris pertingeret ſecundum directionem OE, celeritate c. Deinde fingamus ipſum objectum progredi ſecundum directionem OV, velocitate s, evidens eſt, completo parallelogrammo OVEA directionem radii incidere in diagonalem OA, atque objectum ſpectatori apparere in O, quamvis revera ſit in V. Itaque locus verus a loco apparente diſcrepabit angulo OAV. Jam capiatur OV: OE = s: c erit velocitas radii OA, ad velocitatem ſecundum OE ut OA ad OE. His præmiſſis jam facile invenitur angulus OAV. Sinus anguli AOV, dicatur m; ducta ex puncto V, perpendiculari VP, ad diagonalem OA, erit VP, ad OV, ut ſinus anguli AOV ad ſinum totum, ac proinde ſumpta unitate pro ſinu toto erit VP = ms; ſed in triangulo VPA, ſinus anguli OAV

OAV eſt ad ſinum totum ut PV ad AV vel OE; quare habebitur ſinus anguli quæſiti $= \frac{VP}{AV} = \frac{ms}{c}$.

Jam quieſcat objectum in puncto O, (Fig. 6.) ſpectator vero promoveatur in recta AE, velocitate r; dum in A verſatur, excipiet radium ex objecto propagatum per directionem OA. Quia vero radius ſecundum directionem OA, celeritate c, impingit in oculum qui moveri ponitur celeritate r, ſecundum directionem AE, patet radii motum dividi poſſe in duos quorum unus PA ſit normalis ad AE, alter OP congruat cum directione AE. Quare ſi OA exprimat lucis celeritatem c, erit PA ut celeritas normalis ad AE, & OP erit celeritas ſecundum directionem EA, quæ cum ſit contraria celeritati oculi r, eundem præſtabit effectum ac ſi augeretur velocitate r, & in oculum quieſcentem incurreret. His præmiſſis capiatur OA : AE : AE = c : r, augeaturque celeritas radii OP parte OQ = AE, atque oculus in A quieſcens radium excipiet, cujus motus erit compoſitus ex motu PA, & motu QP; unde reſultabit radius QA in cujus directione objectum a ſpectatore in A conſtituto cernetur. Igitur ſpectatori qui etiamſi moveatur in A, tamen quieſcere ſibi videbitur, objectum apparebit ſub angulo QAE, quod tamen appareret ſub angulo OAE, ſi lux propagaretur in inſtanti. Quare angulus QAO eſt differentia inter locum verum & apparentem. Jam anguli

apparentis QAE ſinus dicatur m, ſitque OA = c, OQ = AE = r, evidens eſt anguli QAO ſinum eſſe = $\frac{mr}{c}$, prorſus ut ante.

Hi ſunt duo caſus propoſiti in quibus patet eadem plane ratione inveniri angulum aberrationis: in primo caſu data eſt ratio celeritatis lucis ad celeritatem objecti, in altero autem datur ratio celeritatis lucis ad celeritatem ſpectatoris. Evidens autem eſt eo majorem eſſe aberrationis angulum quo major eſt ratio velocitatis objecti vel ſpectatoris ad velocitatem lucis. Duo præcedentes caſus ad aſtronomiam transferri poſſent; ſed res ad præſentem locum non pertinet: breviter obſervare ſatis ſit per *objectum* deſignari poſſe ſtellam aliquam & per *ſpectatorem* poſſe intelligi terram ipſam, ſi motum terræ fingere liceat. Jam ob minimam rationem velocitatis terræ ad velocitatem lucis, patet minimam omnino fore loci veri & apparentis variationem, quam tamen in hac etiam hypotheſi non negligunt aſtronomi. At ſi loco diurni terræ motus, ſimilis motus tribuatur ſideribus, aberratio fit maxima. Itaque præcedens objectio noſtræ concluſioni minime repugnat, cum hanc fateamur lucis aberrationem quæ omnino negari non poteſt. Cæterum difficultates quæ adverſus telluris quietem inde naſci poſſent explicare non eſt hujus loci; hanc eandem doctrinam commode revocabimus ubi ſermo erit de mundi ſyſtemate.

AR-

ARTICULUS II.

De lucis reflexione.

I. QUamvis præſens articulus de reflexione inſcribatur, nonnulla tamen quæ reflexioni & refractioni communia ſunt perſpicuitatis ergo præmittemus. Si lucis radius medium aliquod trajiciens in medium aliud diverſæ denſitatis vel naturæ deinde tranſeat, directionem mutat; idque duplici modo fieri poteſt; ſi nempe radius medium penetrare non poſſit, in illius ſuperficie reflectitur; ſin contra medium poſſit pervadere, refringitur. Porro dum dicimus reflexionem fieri in corporis ſuperficie, id debet intelligi duntaxat de reflexione *quoad ſenſum*; hanc enim quæſtionem utrum reflexio in contactu fiat vel prope contactum, ſpeciali concluſione deinde examinabimus. Sit AC (Fig. 7.) radius ex aere in vitri ſuperficiem PQ, incidens; ex puncto C, in quo radius ſuperficiei occurrit erigatur perpendicularis MD, ad ipſam ſuperficiem; punctum C, dicitur *punctum incidentiæ*, recta MD, *cathetus incidentiæ*, & angulus ACM, vel ipſi æqualis DCB, *angulus incidentiæ* vocatur. Si radius incidens AC, vitrum penetrare non poſſit, mutata directione per CI, reflectitur, efficiendo angulum MCI qui *angulus reflexionis* appellatur. At ſi radius incidens AC, vitrum penetrate poſſit, mutat quidem primam directionem CB, ſed refractionem patitur verſus CT, atque angulus DCT dicitur *angulus*

gulus refractus, TCB *angulus refractionis*, CT vocatur *radius refractus*, CE *ſinus anguli incidentiæ*, & TH *ſinus anguli refracti*.

II. Ex præcedentibus definitionibus evidens eſt angulum reflexionis vel refractionis jacere in eodem plano cum angulo incidentiæ, illudque planum ad ſuperficiem medii perpendiculariter inſiſtere; etenim hujus anguli poſitio pendet ex catheto incidentiæ qui ad eandem ſuperficiem perpendicularis eſt. Accuratiſſimis experimentis compertum eſt ſinum anguli reflexionis vel refractionis eſſe ſemper ad ſinum anguli incidentiæ in data ratione; nempe in reflexione, ratio illa ſemper eſt *æqualitatis*, quantum experimentis in re ſubtiliſſima innoteſcere poteſt; in refractione autem, *conſtans* quidem eſt in eodem medio ſinuum ratio, at pro mediorum diverſitate varia eſt. Ita ſi punctum lucidum tranſeat ex aere in aquam pluvialem, ſinus anguli refracti eſt ad ſinum anguli incidentiæ ut 3 ad 4 circiter; ſi tranſeat ex aere in vitrum, ratio ſinuum eſt ut 2 ad 3; & viceverſa in tranſitu ex aqua in aerem ratio eſt ut 4 ad 3; ex vitro in aerem ut 3 ad 2. Inde autem facile colligitur radium perpendiculariter incidentem in ipſam medii ſuperficiem, vel reflecti in ſeipſum, vel medium ipſum recta permeare ſine ulla refractione. Et quidem in hoc caſu, ſinus anguli incidentiæ = o, ac proinde & ſinus anguli reflexionis vel anguli refracti = o, ideoque radius coincidit cum catheto incidentiæ.

Si radius lucis ſub quocumque angulo in me-

medium incidat illudque non permeet, reflecti ſemper poterit. Verum ſi anguli incidentiæ ſinus, ex natura medii, minor ſit anguli refracti ſinu, radius non ſemper poterit medium penetrare, hoc eſt, in angulis incidentiæ certi ſunt limites ultra quos radius refringi non poteſt, nec proinde e medio in quo eſt emergere & in alterum tranſire; quod exemplo illuſtrabimus. Ponamus punctum lucidum ex aere in aquam incidere ſub angulo fere 90°, angulus refractus foret $48^{\circ}\frac{1}{2}$, cum ſinus totus vel ſinus incidentiæ ſit ad ſinum anguli refracti ut 4 ad 3, ex qua ratione invenitur angulus refractus $48^{\circ}\frac{1}{2}$ circiter. Quare ſi angulus ex aqua tranſeat in aerem ſub angulo incidentiæ $48^{\circ}\frac{1}{2}$, emergere debet ex aqua radendo illius ſuperficiem efficiens angulum refractum circiter 90°. At ſi radius angulum incidentiæ efficeret majorem $48^{\circ}\frac{1}{2}$, tunc ſinus anguli refracti foret major ſinu toto, quod eſt abſurdum; fieri ergo non poteſt in hoc caſu ut radius emergat; & requidem ipſa experimento compertum eſt hunc radium reflecti e ſuperficie communi aeris & aquæ atque in aqua remanere.

III. Ex æqualitate angulorum incidentiæ & reflexionis tota pendet ſpeculorum doctrina. Intelligatur punctum aliquod O, (Fig. 8, 9, 10.) poſitum in axe ſpeculi ſphærici concavi vel convexi MAB, ſitque

que radius incidens OM axi AO, infinite proximus, inveniri poterit punctum F in quo radius reflexus ex puncto M, axi occurrit. Ducatur ex centro C, ſuperficiei ſphæricæ recta MC, quæ cum ſit perpendicularis ad ſuperficiem ſpeculi in puncto incidentiæ M, hæc erit cathetus incidentiæ. Igitur angulus OMG vel CME eſt angulus incidentiæ, factoque angulo CMF, æquali angulo OMD, erit MD radius reflexus, axi OA occurrens in F.

Commoditatis & facilitatis cauſa analytice exhibebimus rectam AF vel ipſi æqualem MF, ut patet; cum infinite proximæ ſint rectæ OM, OA. Sit OA vel MO, diſtantia objecti a ſpeculo $= \pm d$, (ſumatur ſignum $+$, ſi ſpeculum ſit concavum & ſignum $-$, ſi ſit convexum); hæc autem ſignorum determinatio intelligitur ex demonſtratis in arithmetica de quantitatibus poſitivis & negativis; etenim poſitio radii incidentis OM conſideratur reſpectu ſemidiametri AC. Sit $AC = r$, FA vel $FM = f$, erit $FC = r - f$ (Fig. 8, & 10.) vel $= f - r$ (Fig. 9.) & $CO = - r + d$ (Fig. 8.) vel $= r - d$ (Fig. 9.) $= r + d$ (Fig. 10.) Sed (ex elem. geom.) $CO : CF = MO : MF$, hoc eſt (Fig. 8, & 9.) $\mp r \pm d : \mp r \pm f = d : f$; quare in omnibus ſpeculis concavis $f = \frac{dr}{2d - r}$. Præterea (Fig. 10.) in triangulo CMO, habetur CO : MO = Sin. CMO vel FMC : Sin. MCO

MCO vel MCF; ſed in triangulo FMC habetur quoque Sin. FMC : Sin. MCF = CF : FM. Quare CO : CF = MO : MF, vel r + d : r — f = d : f. Itaque in ſpeculis convexis erit $f = \frac{dr}{2d + r}$; ac tandem in qualibet ſpeculorum ſphæricorum ſpecie prodit $f = \frac{dr}{2d + r}$. Porro obſervandum eſt hanc formulam non valere, niſi radius incidens OM ſit axi OA valde proximus, aut niſi ſuperficies AM ſpeculi inter radium incidentem & axem AO comprehenſa ſit valde exigua ſuperficiei ſphæricæ portio. Ita (Fig 8. & 10.) cum ſit ſemper MF major quam AF, quo magis radius incidens OM, diſtat a puncto A, eo magis radius reflexus MF, accedit ad punctum A; facile autem trigonometriæ ope innoteſcit accurate recta AF, dato arcu AM. Etenim in triangulo OCM, præter latera OC, CM, datur angulus MCO, cujus menſura eſt arcus AM, ac proinde inveniri poſſunt anguli COM, CMO & latus MO. Deinde in triangulo FMO dantur latus MO, angulus FOM, & angulus FMO, quare habebitur latus OF ac proinde & AF.

IV. Ex his principiis pendent omnia ſpeculorum ſphæricorum phænomena. Si radius incidens OM ſit axi OA parallelus, hoc eſt, ſi objectum ad diſtantiam infinitam ſit conſtitutum, jam angulus EMC æqualis foret angulo FCM & triangulum CMF eſſet iſoſceles; cum duo illius anguli

li communem habeant menſuram nempe arcum AM. Id vero ad ſolares radios transferri poteſt, ſunt enim quamproxime paralleli. Generatim autem cum radii lucis emanantes ex puncto A, & in ſpeculi ſuperficiem prope punctum A incidentes, in ſpeculis concavis prope punctum F colligantur, patet cur ſpecula illa ſint *cauſtica* ſeu vim comburendi habeant, ſi tanta ſit radiorum copia ut aliquam caloris ſenſationem in nobis excitare valeant radii illi etiam directe emiſſi. Hinc factum eſt ut punctum illud vel ſpatium in quo radii colliguntur *focus* appellari ſoleat. Cæterum evidens eſt radiorum illorum vim pendere ex illorum denſitate atque etiam qualitate.

Radii ſolares in ſpeculum incidentes tanquam phyſice paralleli haberi ſolent; id tamen verum non eſt accurate; oporteret enim Solem omni diametro ſenſibili carere, tuncque propter immenſam ejus diſtantiam, radii ſub angulo fere nullo in ſpeculi ſuperficiem inciderent ac proinde haberi poſſent tanquam paralleli; at diameter apparens Solis eſt circiter dimidii gradus; quare radii ex diſci ſolaris extremitatibus emanantes cadunt in ſuperficiem ſpeculi ſub angulo gradus dimidii, ac proinde poſt reflexionem in eodem puncto non concurrunt, ſed tota ejuſdem anguli magnitudine ab eodem puncto aberrant; atque huic cauſæ etiam aliqua ex parte tribuendum eſt quod radiorum focus puncto non terminetur, ſed aliquod ſpatium occupet.

V. Præ-

V. Præcedentes formulæ mira facilitate exhibent quidquid pertinet ad ſpecula convexa vel concava. Ponamus diſtantiam objecti a ſpeculo eſſe infinite parvam, jam ob

$$+ d = \frac{1}{\infty}, \text{ fiet } f = \frac{dr}{2d + r} = \frac{1}{+\infty}.$$

Quare in ſpeculo concavo ſignum — demonſtrat objecti imaginem jacere ad partem ſemidiametro concavitatis oppoſitam; cum ſemidiameter ponatur $= r$; igitur imago in hoc caſu eſt pone ſpeculum. At in ſpeculo convexo contraria ratione patet imaginem ſemper poſitam eſſe verſus ſpeculi convexitatem. Quia vero in formula $= \frac{d}{2d + r}$, valor f, non poteſt fieri negativus, quicumque ponatur valor ipſius d, hinc colligitur in ſpeculo convexo, quæcumque ſit objecti diſtantia, imaginem convexitatis centro ſemper obverti.

Ponatur d, minor quam $\frac{1}{2}r$ vel 2d minor quam r, erit 2d — r quantitas negativa, ac proinde in ſpeculo concavo erit valor f, negativus; quare imago objecti erit pone ſpeculum. Si ponatur $d = \frac{1}{2} r$, fiet $f = \frac{\frac{1}{2}r}{0} = \infty$, ac proinde ſi objecti diſtantia quartæ parti axis æqualis ſit, imago ad diſtantiam infinitam projicitur in ſpeculo concavo, ſive quod idem eſt, radii lucis ex objecto in ſpeculum incurrentes reflectuntur

tur paralleli. At in ſpeculo convexo ſi ponatur — d $= \frac{1}{2}$r, erit f $= \frac{4}{1}$r.

Si ponatur d, major quam $\frac{1}{2}$r vel 2d major quam r, in ſpeculo concavo formulæ fieri non poterit negativa, ac proinde imago concavitati ſemper obvertetur. Jam formula in proportionem reducatur; erit d: 2d — r = f: r; quia vero d, major eſt quam $\frac{1}{2}$r & minor quam r, antecedens d, major erit quam conſequens 2d — r, ac proinde f, major eſt quam r, quare imago eſt ultra centrum. Si ponatur d = r, erit 2d — r = d, & f = r; quare in ſpeculo concavo ſi objectum in centro conſtituatur, imago quoque in centro jacebit. At in ſpeculo convexo ſi fiat — d = r, erit f $= \frac{1}{3}$r. Inde autem intelligere eſt cur oculo inter quartam axis partem & centrum ſpeculi concavi conſtituto, objecti imago evaneſcat; eſt enim pone oculum; ad diſtantiam infinitam projicitur, ſi oculus in quarta parte axis conſtitutus ſit; ex infinito autem ad centrum regreditur ibique cum oculo confunditur, ſi oculus inter quartam axis partem & centrum fuerit locatus; tunc vero in ſpeculo confuſa turbataque fiunt omnia, cum oculus ſeipſum undequaque videat.

Si ponatur r minor quam d, in proportione d: 2d — r = f: r, antecedens d, minor erit quam conſequens 2d — r, quare f erit minor quam r. Si fiat d =

∞ tunc

∞ tunc formula generalis evadit $f = \frac{1}{2} r$.
Hactenus perſecuti ſumus phœnomena quæ pertinent ad imaginis locum in ſpeculis concavis vel convexis, nunc imaginis ſitum & magnitudinem breviter conſiderabimus.

VI. Si arcus circuli OPQ (Fig. 11, 12.) ſpeculo ſphærico BAD concentricus objecti inſtar conſideretur, imago opq, erit quoque arcus concentricus major vel minor pro majori vel minori a centro ſpeculi C, diſtantia; præterea imago hæc erit recta, hoc eſt, imaginis & objecti idem erit ſitus, ſi imago & objectum ad eaſdem jaceant partes reſpectu centri ſpeculi; contra vero imago erit inverſa, ſi centrum C, inter imaginem & objectum fuerit conſtitutum. Etenim cum arcus OPQ ſit ipſi BAD concentricus, rectæ OB, PA, DQ, per centrum C, tranſeuntes & in quibus locatæ ſunt imagines o, p, q, punctorum O, P, Q, ſunt æquales inter ſe; quare d, qui illarum rectarum valorem exprimit in formula generali erit quantitas conſtans, ac proinde ob quantitatem conſtantem r, erit etiam f, quantitas conſtans, hoc eſt, rectæ oB, pA, qD æquales ſunt; ac proinde opq, OPQ, BAD, ſunt arcus concentrici. His poſitis evidens eſt, imagine & objecto ad eandem partem reſpectu centri conſtitutis (Fig. 12.) imaginem & objectum eundem ſitum habere, cum ſingula imaginis puncta poſita ſint in eadem ſemidiametro per analoga objecti puncta tranſeunte. At ſi imago ſit ultra centrum reſpe-

ſpectu objecti (Fig. 11.) cum rectæ in quibus ſunt ſingularum objecti partium imagines per centrum ſpeculi neceſſario tranſeant, rectæ illæ quæ ex puncto ſupra axem per medium objectum tranſeuntem emanant, infra axem occurrunt, ubi per centrum tranſierunt & viceverſa. Ergo ſi aliqua ex his rectis quæ ſunt ſupra axem, proficiſcatur ex parte ſuperiori objecti quę proinde etiam ſupra axem poſita eſt, imago hujus partis jacebit infra, cum in ea recta non pingatur, niſi poſtquam recta illa per centrum tranſivit. Evidens etiam eſt totam objecti imaginem ut pote lineis ad centrum concurrentibus comprehenſam eo minorem eſſe quo propior eſt ſpeculi centro, & contra. Ex dictis etiam manifeſtum eſt in ſpeculo convexo ſemper rectam eſſe imaginem objecti in arcum ſpeculo concentricum conformati; hæc enim imago objectumque ipſum ſunt ultra centrum; decreſcit autem imaginis magnitudo quo magis removetur objectum; imago enim accedit ad centrum. In ſpeculo concavo imago etiam recta eſt creſcitque illius magnitudo, ſi objectum inter ſuperficiem & quartam axis partem ſit collocatum, decreſcit deinde & fit inverſa dum objectum inter quartam axis partem & centrum conſtituitur; creſcit deinde & inverſa manet, ſi objectum ultra centrum progrediatur. Tandem ex demonſtratis colligitur eo minorem eſſe objecti imaginem quo minor eſt ſpeculi radius, cæteris paribus. Cæterum hęc omnia in objectis cujuſcumque figuræ valere non poſſunt accurate; attamen ſi ob-

jecta

jecta ita ſint exigua ut illorum latitudo tanquam arcus ſpeculo concentricus poſſit conſiderari, facile intelliguntur prædicta ſpeculorum phœnomena; at ſi objecta figuram ſphæricam non habeant ſpeculo concentricam, jam illorum imagines eo magis deformes apparent quo major eſt illorum ſuperficies & quo minor eſt ſpeculi radius. E. G. Si linea recta ſpeculo ſphærico objiciatur, curvilinea eſſe debet illius imago; etenim cum ſingula hujus rectæ puncta inæquales habeant a ſpeculo diſtantias; punctorum illorum imagines in diverſis quoque repræſentabuntur diſtantiis. Hinc patet eo magis deformatas eſſe imagines, quo magis quartæ axis parti proximum eſt objectum in ſpeculo concavo; atque tantilla in objecti diſtantiis mutatio, partium imagines maxime turbat.

VII. Speculorum planorum proprietates ex præcedenti formula facile etiam colligere eſt; etenim in ſpeculis ſphæricis ponatur radius ſphæricitatis infinitus, nempe $r = \infty$, formula $f = \frac{dr}{2d - r}$ abit in hanc $f = -d$. Hinc colligitur in ſpeculis planis eandem eſſe pone ſpeculum imaginis diſtantiam quæ eſt objecti diſtantia ante ſpeculum, atque evidens quoque eſt in ſitu recto ſemper poſitam eſſe objecti imaginem. Quia vero in ſpeculis ſphæricis, ſingulorum objecti punctorum imagines ſunt in recta per centrum & per puncta illa tranſeunte ac proinde ad ſpeculi ſuperficiem perpendiculari, patet ſingulorum punctorum ima-

imagines in ſpeculo plano eſſe in perpendiculari ducta ex puncto quolibet ad ſuperficiem ſpeculi. Tandem cum perpendiculares ex objecti extremitatibus ad ſpeculum ductæ, ſint inter ſe parallelæ, quæ proinde ad diſtantiam infinitam duntaxat poſſunt concurrere, manifeſtum eſt imagines his rectis comprehenſas objecto æquales eſſe, quoad ſingulas dimenſiones. In ſpeculo plano horizontaliter collocato, objecta in ſitu recto poſita apparent inverſa, & contra ſi ſpeculum ſit inclinatum, ſingula objecta in partem contrariam inclinata videntur. Si ſpeculum ſub angulo 45 inclinatum ſit, objecta horizontaliter poſita in ſitu verticali apparent, & contra objecta verticaliter poſita in ſitu horizontali conſpiciuntur, quod quidem evidens eſt, cum objecti partes ſingulæ pone ſpeculum ſint poſitæ, & quę ſunt anteriori ſuperficiei proximiores propius quoque pone ſpeculum repræſententur & contra.

VIII. Alias ſpeculorum proprietates ex præcedentibus demonſtrationibus facile colligendas prætermittimus, ſed ſilentio præterire non licet præclariſſima experimenta quæ de radiis ſolaribus per ſpecula plana collectis habuit vir clariſ. D. De Buſon. Speculum adhibuit ex 168 ſpeculis planis compoſitum; illa autem ſpecula tali artificio erant inter ſe connexa ut facili manu in omnes partes converti poſſent. Rebus ita comparatis, ſolares radios ſpeculis planis excipiebat atque ita deinde dirigebat ut ſingulorum radiorum imagines in eodem ſpatio coinciderent. Tantam vim atque efficaſica-

ficaciam acquiſiverunt collecti hoc modo radii, ut ad diſtantiam ducentorum pedum ex ligno flammam excitare potuerint. Hæc autem experimenta aliquam fidem & auctoritatem conciliare poſſent ſpeculo, quo Archimedes Romanorum claſſem Syracuſas obſidentium in flammas redegiſſe fertur. De hoc ſpeculo jam ab antiquiſſimis Scriptoribus tradito ſatis accurate mentionem fecerunt Zonaras & Tzetzes Scriptores græci qui ſæculo duodecimo floruere; illud vero ſpeculum ita memorat Tzetzes ut deſcripto ſpeculo ſimillimum omnino ſit. Sed quidquid ſit de ſpeculo Archimedis, certum omnino videtur ſpecula ſphærica tantam vim concipere non poſſe ut ad magnam diſtantiam comburere valeant. Requidem vera ſi mediocris ſit foci a ſpeculo diſtantia, in ſpatium ita anguſtum rediguntur radii ut comburendi vim retineant. At ſi maxime augeatur foci diſtantia, magis ac magis diſperguntur radii & debiliores fiunt. Imo ſi focus ad talem diſtantiam ponatur conſtitutus ut ſpeculi diameter ſub angulo 32 conſpiciatur, nihil plus efficaciæ haberent radii in foco collecti quam ſi ope ſpeculi plani in eundem focum immiſſi fuiſſent, quod quidem facile patet ex præcedentibus & præſertim ex num. 4. Præterea cum Sphæricitatis radius propoſita diſtantia duplo major eſſe debeat (ex demonſtratis), ſpeculum quod ad tantam diſtantiam vim comburendi retineret ingentis ſphæræ ſegmentum eſſe oportet; porro humanam induſtriam ſuperare videtur accurata, quæ neceſſaria omnino eſt, ingentium ſphærarum con-

conformatio. Vim comburendi habere ſpecula elliptica & parabolica patet ex iis quę de ſonorum propagatione demonſtravimus. Verum ſi ſpecula illa ſint valde magna, illorum ſtructura eadem laborat difficultate aliiſque incommodis plurimis. Et requidem vera Clariſs. Dufay hæc ſpecula in diſtantiis etiam non valde magnis adhibuit & ſucceſſu caruere. Quæ cum ita ſint, ſi archimedeo ſpeculo credendum ſit, Scriptorum fide & Phyſicæ ratiocinationis auctoritate conſtat ſpeculum illud fuiſſe vitrum polygonum, eo quem diximus modo, comparatum. Neque tamen ſperandum eſt ad diſtantiam quamlibet, aucto ſpeculorum numero, vim comburendi propagari poſſe; huic enim efficaciæ ſui ſunt & quidem ſatis anguſti limites; eſt enim radiorum intenſitas, cæteris paribus, in ratione reciproca duplicata diſtantiarum, ut demonſtravimus in phyſica generali de virtute qualibet per radios ex puncto aliquo uniformiter diffuſa. Præterea huic intenſitatis decremento jungi etiam debent variæ reflexiones atque impedimenta plurima quibus per longiorem atmoſphæræ tractum obnoxii ſunt radii. Sed quidquid ſit de horum ſpeculorum limitibus, certiſſimum eſt ea eſſe poſſe utilitatis maximæ præſertim in arte Chemica.

AR-

ARTICULUS III.

De lucis refractione.

I.

ANtequam refractionis cauſam phyſicam inveſtigemus, formulam generalem exhibebimus cujus ope refracta alicujus objecti imago inveniri poteſt. Sit O, objectum poſitione datum (fig. 13, 14.) & BAI ſuperficies ſphærica refringens cujus radius AK, ſitque ſinus anguli incidentiæ ad ſinum anguli refracti ut p ad q. Per punctum O, & centrum K, ducatur recta indefinita OK. Sit OI radius incidens axi OA infinite proximus, agaturque ex centro K ad punctum incidentiæ I ſemidiameter KI qui erit cathetus incidentiæ. Ad radium incidentem OI, ſi neceſſe ſit, productum, demittatur ex centro perpendicularis KG quæ erit ſinus anguli incidentiæ OIN, vel KIG; quare fiat p ad q ut KG ad quartum terminum proportionalem cujus intervallo tanquam radio & centro K deſcribatur arcus, ad quem ex puncto I ducatur tangens IH quæ occurret axi AO in puncto quæſito P. Nam ducta recta KH, ad punctum contactus, hæc erit ſinus anguli KIP, qui proinde erit angulus refractus reſpectu radii incidentis OI. Quia vero eadem conſtructio valet pro ſingulis radiis ex puncto O, in ſuperficiem refringentem incidentibus & puncto A, infinite proximis, evidens eſt radios illos ita refringi ut ſinguli

guli dirigantur ad punctum P, in quo proinde jacet focus vel imago. Facile autem analytice exprimi poteſt recta AP. Sit OA vel OI = d, radius ſphæricitatis KI vel AK = + r, nempe + r ſi objectum convexitati obvertatur (fig. 13.) & — r ſi obvertatur concavitati (fig. 14.), ſit AP vel IP = f, jam (per conſtructionem præced.) p : q = KG : KH ac proinde KG = $\frac{p \times KH}{q}$. Sed ob OI, OA rectas infinite proximas, arcus AI conſiderari poteſt tanquam rectula ad axem OA perpendicularis, quare ſimilia ſunt triangula rectangula OAI, OKG, atque etiam triangula PAI, PKH. Ergo OK : OI = KG : AI = $\frac{OI \times KG}{OK}$, & KH : AI vel, $\frac{OI \times KG}{OK}$ = PK : PI vel PA. Igitur PA = $\frac{OI \times KG \times PK}{OK \times KH}$.

Subſtitutiſque valoribus f = $\frac{dpr}{dp - q(d + r)}$ = $\frac{dpr}{d(p-q) - rq}$, pro ſuperficiebus convexis: & f = $\frac{dpr}{d(q-p) - rq}$ = $\frac{dpr}{q(d-r) - dp}$ pro ſuperficiebus concavis.

II.

II. Hæ generales formulæ non ſecus ac in articulo præcedenti tractari poſſunt, quod paucis exemplis demonſtrabimus; Si radius tranſeat ex aere in vitrum, erit $p = 31$, $q = 20'$, ac proinde $f = \frac{31\,dr}{11\,d - 20r}$ in primo caſu; in ſecundo autem $\frac{31\,dr}{-11d - 20r}$. Jam ponantur duo media homogenea in infinitum extenſa, puta aer & vitrum, quæ duo media ſuperficie ſphærica dirimantur, fingamus hanc ſuperficiem aeri convexitatem obvertere & objectum aliquod lucidum atque exiguum ab illa ſuperficie per aerem recedere in infinitum ſecundum directionem huic ſuperficiei pendicularem, in formula $f = \frac{31\,dr}{11d - 20r}$, pro variis conditionibus, nempe pro diverſis valoribus diſtantiæ d, determinabitur poſitio imaginis, non ſecus ac factum eſt in ſpeculis ſphæricis. In ſequentibus exemplis valor diſtantiæ d, exprimet partes ipſius r, ſumpta r, pro unitate.

Si valor d, maneat inter $d = \frac{1}{\infty}$, & $d = \frac{11}{20}$, erit f, quantitas negativa cujus valor creſcet in infinitum, ideoque imago extra vitrum & ad partes objecti ſemper poſita erit; nam valor f, poſitivus exprimit diſtantiam ſuperficiei refringentis ab ima-

gine ultra hanc ſuperficiem poſita reſpectu objecti. Hæc autem imago ſemper erit recta, recedet deinde ab illa ſuperficie magis ac magis in infinitum, atque radii qui vitrum permeant ſuoque concurſu imaginis locum determinant, fient minus ac minus divergentes, donec tandem evadant paralleli. Si valor d, maneat inter $d = \frac{11}{20} r$ & $d = \infty r$, eſt ſemper f, quantitas poſitiva, imago intra vitrum ſitu inverſo pingitur, verſus ſuperficiem refringentem deinde progreditur uſque ad diſtantiam $\frac{31}{11} r$ & radii qui vitrum permeantes hanc formant imaginem atque antea paralleli, magis ac magis convergent.

Si autem ſuperficies media dirimens aeri concavitatem obvertat, tunc $f = \frac{31\, dr}{-11 d - 20 r}$, ac proinde quæcumque ſit diſtantia objecti a ſuperficie, ſeu quicumque ſit valor ipſius d, erit ſemper f quantitas negativa, ideoque imago extra vitrum & in ſitu recto ſemper eſt conſtituta. Si creſcat d inter $\frac{1}{\infty} r$ & ∞r, valor f infinite parvus creſcit uſque ad $\frac{31}{11} r$; quare imago recedit a ſuperficie refringente uſque ad diſtantiam $\frac{31}{11}$ r &c.

r & radii vitrum penetrantes divergunt, ſed minus ac minus. Simili ratione ad calculum revocari poſſent alii caſus plurimi, ſed rem paucis exemplis illuſtraſſe ſatis ſit.

III. In vitrorum uſu duæ refractiones fieri ſolent, una nempe in ingreſſu, altera vero in egreſſu. Hunc caſum qui maximæ utilitatis eſt conſiderabimus. Sit O, poſitio objecti (fig. 15.) in axe OF, vitri utrinque convexi quod *lens* appellari ſolet, ſintque C & K, portionum ſphæricarum centra, inveniri poterit punctum F, in quo radius OI axi OA infinite proximus eidem axi OA, poſt duas refractiones occurrit. Sit OA = d, CB = R, KA = r, FB = x, PB = z, poſito P puncto in quo radius incidens poſt unicam refractionem axi occurreret. Sit AB, craſſities lentis = e, ſitque ratio ſinus anguli incidentiæ ad ſinum anguli refracti in ingreſſu ut p ad q, in egreſſu autem ut q ad p. Tandem ponatur CD = m, KG = n, erit p : q = KG (n) : KH = $\frac{nq}{q}$, & q : p = CD (m) : CE = $\frac{mp}{q}$. Præterea ob triangula rectangula OAI, OKG, ſimilia, erit OG vel OK : OA = GK : AI, hoc eſt,

$$d + r : d = n : AI = \frac{dn}{d + r}.$$

Item ob triangula PAI, PKH, ſimilia, erit PA (z + e) : PH (z + e - r) = AI

 dn

$\left(\frac{dn}{d+r}\right)$: KH $= \frac{nq}{p}$. Quare facta mediorum & extremorum multiplicatione, erit $\frac{dnz + den - dnr}{d+r} = \frac{nqz + enq}{p}$; unde eruitur $z = \frac{deq + eqr + dpr - dep}{dp - dq - qr}$. Præterea ob triangula PCB, PBT, ſimilia, erit PD $(z + R)$: PB (z) = CD (m) : BT $= \frac{mz}{z+R}$. Tandem ob triangula FCE, FBT, ſimilia, erit FC $(x + R)$: FB (x) = CE $\left(\frac{pm}{q}\right)$: BT $= \frac{mz}{z+R}$, factaque, ut ante, mediorum & extremorum multiplicatione, fiet $z = \frac{pRx}{qx + qr \; px}$ inſtitutaque æquatione habetur $x =$ $dpqRr + deqqR - depqR + eqqrR$: $(dppR - dpqR - pqrR - deqq - dpqr + 2depq + depp + dppr - eqqr + epqr.)$ Hæc autem æquatio generalis, pro diverſis caſibus, ad formam multo ſimpliciorem reducitur. Ita ſi fiat $p = 31$, $q = 20$, habetur

$$x = \frac{620\,drR - 220\,deR + 400\,erR}{341\,dR, + 341\,dr - 620\,rR - 121\,de + 220\,er}$$

neglectaque vitri craſſitie ac proinde facta e

$e = 0$, fit $x = \dfrac{620\, drR}{341dR + 341er - 620rR}$
$= \dfrac{20\, drR}{11dR + 11dr - 20rR}$. Tandem ſi duæ ſphæricitates ponantur æquales, ac proinde $r = R$, erit $x = \dfrac{10dr}{11d - 10r}$.

IV. Idem inveniri poteſt trigonometrice. Etenim in triangulo OKI, datis OK, KI & angulo AKI invenitur IO & angulus KIO cujus ſupplementum eſt KIG. In triangulo rectangulo IKG, datis IK & angulo KIG, invenietur KG. Fiat deinde p : q = KG : KH; datis autem in triangulo rectangulo KIN, lateribus KI, KH, innoteſcet angulus KIH. Præterea in triangulo KIP, datis latere IK & angulis IKP, KIP, habebitur KP & angulus KPI. Item in triangulo PCD, rectangulo in D, erit PC = PK + KA + CB --- AB daturque angulus CPD ac proinde & angulus PCD, quare habebitur CD; & fiat q : p = CD : CE. Præterea in triangulo rectangulo, CTD, datis lateribus CT, CD, dabitur angulus TCD. Deinde in triangulo CTE, datis lateribus CT, CE, datur angulus ETC, cujus ſupplementum eſt CTF. Tandem in triangulo CTF, datis latere TC, angulo CTF & angulo FCT = PCD --- TCD, invenietur CF, ac proinde & BF = CF --- CB. Si objectum O, ad diſtantiam infinitam removeatur, multo facilior ſuccedit calculus; nam cum ſit OI

in hoc caſu axi parallelus, erit angulus KIG = AKI cujus menſura eſt arcus datus AI. Ex hac conſtructione & ex calculo evidens eſt radium OI in aliqua ab axe communi OA, diſtantia incidentem, eidem axi citius occurrere; nempe punctum, F, ad punctum B, magis accedit quo major eſt arcus AI. Sed formulam generalem ad exempla quædam transferamus. Si lens vitrea ſit æqualiter utrinque convexa, & objectum lucidum ſatis exiguum in alterutra ſuperficie A, vel B conſtitutum fingatur, deinde objectum illud ſecundum directionem axis communis removeri intelligatur in infinitum, evidens eſt ex formula $x = \frac{10dr}{11d - 10r}$, objecti imaginem ſemper in axe occurrere. Præterea ob valorem x, negativum & perpetuo creſcentem inter valores $d = \frac{1}{\infty} r$ & $d = \frac{10}{11} r$, imago objecti primum cum objecto ipſo confunditur, rectaque apparet; deinde ab ipſo vitro ad eaſdem objecti partes recedet in infinitum, & radii qui hanc formant imaginem, e vitro emergent minus ac minus divergentes donec tandem fiant paralleli. In aliis autem diſtantiæ d, valoribus, nempe inter $d = \frac{10}{11} r$ & $d = \infty r$, valor x, erit poſitivus & decreſcens, objecti imago invertetur, & ad partes objecto oppoſitas jacebit, ex diſtantia infinita regre-

gredietur tandem ad diſtantiam $= -\frac{10}{11} r$, atque radii qui hanc pingunt imaginem, ex vitro primum emergent paralleli, deinde magis ac magis convergent.

Si lens ſit plano convexa, jam ſphæricitatis radius alteruter ſit infinitus, quare ponatur $R = \infty$, formula $x = \frac{20d\,r\,R}{11dR + 11dr - 20rR}$ abit in hanc $x = \frac{20dr}{11d - 20r}$. Si fiant in hoc caſu eædem hypotheſes quæ in caſu præcedenti, pro diverſis objecti diſtantiis, imaginis progreſſum eodem modo determinare licebit.

Si lens ſit æqualiter utrinque concava, tunc radius KA, verſus objectum O, convertitur, ideoque poni debet $= - r$; at radius CB, qui antea verſus objectum dirigebatur in partem contrariam vertitur ac proinde ponendus eſt $= - R$ & formula præcedens mutatur in hanc $x = -\frac{10dr}{11d + 10r}$. At ſi lens ſit plano concava, jam formula fit $x = -\frac{20dr}{11d + 20r}$. Tandem ſi lens ſit ex una parte convexa, ex altera autem concava, ſphæricitatis radius alteruter mutari debet, verbi gratia, $-R$, mutatur in R, neglectaque craſſitie vitri ha-

betur $x = \frac{20drR}{11dR - 11dr - 20rR}$. Hos ſingulos caſus perſequi placuit tum ob eximiam illorum utilitatem in ſequentibus articulis deinde declarandam, tum etiam ut noſtris auditoribus manifeſta fiat admiranda plane algebræ fœcunditas.

V. De luminis reflexione & refractione multa jam demonſtravimus, verum de Phyſica reflexionis & refractionis cauſa diſputant Carteſii Newtonique diſcipuli. Reflexionem luminis ita explicant Carteſiani. Si lux incidat in corpus cujus texturam permeare non poſſit, jam radii lucis regredi coguntur, non ſecus ac videmus pilam parieti impactam retrorſum redire. Corpora quæ lucem reflectunt *opaca* dicuntur, eaque ita contexta eſſe oportet ut radiis lucis tranſitum per lineas rectas negent; at ſi corporum particulæ ita ſint commiſſæ ut per illarum interſtitia radii lucis per lineas rectas magna copia tranſmitti poſſint, corpora illa dicuntur *pellucida*. Refractionem hoc modo exponunt. Corpus omne, ſeclusis impedimentis recta moveri pergeret in infinitum, ideoque radius omnis oblique cadens in ſuperficiem corporis pellucidi recta pergeret, niſi quid obſtaret. Itaque quo difficilius penetratur corpus in quod radius incidit eo magis a linea perpendiculari recedet radius & contra. Hæc quidem breviter pronuntiabant veteres Carteſiani, ſed quid addiderint doctiſſimi Carteſianæ hypotheſeos reformatores deinde explicabimus. Verum ab antiquis recentiori-

tioribuſque Carteſianis differunt Newtoniani; reflexionem lucis non fieri in ipſa corporum ſuperficie exiſtimant ſed in minima a ſuperficie diſtantia; refractionem vero non tribuunt medii reſiſtentiæ ſed vi attractivæ, quod qua ratione explicent in ſequenti concluſione exponemus.

CONCLUSIO.

Reflexionem lucis in minimis a contactu diſtantiis fieri, refractionem vero vi attractivæ medii tribuendam eſſe vix in dubium vocari poteſt.

PROB. I Pars. Si lux e vitro in aerem tranſmittatur, eadem vi reflectitur ac ſi tranſeat ex aere in vitrum, imo validius reflectitur quam ſi tranſeat ex aere in aquam; credibile non eſt plures eſſe in aere partes reflectentes quam in aqua aut in vitro. Verum rem carteſianis concedamus, quamvis omni careat veriſimilitudine; at qua ratione explicare poterunt validiſſimam reflexionem quam lux patitur, ſi ex vitro tranſeat in vacuum Boylianum? Si lux tranſiens ex vitro in aerem incidat ſub inclinatione majori, quam 40° vel 41°, tota reflectitur; ſi inclinatio minor ſit, magna ex parte tranſmittitur. Quis autem facile crediderit radiis lucis ſub certo inclinationis angulo plures in aere poros occurrere qui luci tranſitum præbeant? ſub alia autem inclinatione nullos hiare poros qui tranſitum luci permittant; id quidem intelligi vix poteſt, præſertim ſi obſervemus

mus lucem ex aere in vitrum ſub quocumque inclinationis angulo tranſeuntem magna ex parte tranſmitti ipſique proinde per poros tranſitum patere. Tandem ſi lucis radii a ſolidis corporum partibus reflectantur, certis legibus fieri nequaquam poteſt illorum e ſuperficiebus etiam eximie lævigatis reflexio. Etenim quantumvis perpolita atque terſa ſit corporum ſuperficies, plurimis tamen eminet aſperitatibus, quæ ſi cum ſubtiliſſimis ſolaribus radiis conferantur, ingentium montium inſtar haberi debent. Itaque ſi radii lucis a ſolidis corporum partibus repellantur, incerta omnino lege reflecti atque diſpergi debent ob variam ſuperficierum aſperitatem, quod contrarium eſt experimentis. At ſingula reflexionis phænomena intelliguntur, ſi reflexionem in minimis a contactu diſtantiis fieri cum Newtonianis ſtatuamus. Et re quidem ipſa, corporum particulas in lucis radios ad minimam diſtantiam agere experimento primus omnium demonſtravit Grimaldus & accuratius deinde confirmavit Newtonus. Lumen per anguſtiſſimum foramen in tenebroſum cubiculum intromittatur, & lucis radio objiciatur tenuiſſimum corpus quod ipſam radii latitudinem non excedat, umbra corporis radio immerſi ad notabilem diſtantiam projicietur latior quam utique eſſe deberet, ſi radius lucis prope corporis objecti extremitates linea recta tranſiret. Umbra hæc ternis inter ſe parallelis colorati luminis ordinibus ſeu faſciolis fimbriata apparet, quæ fimbriæ in latitudinem ſeſe laxare conſpiciuntur, ampliori

fa-

facto foramine, & ita inter ſe miſcentur ut diſcerni amplius non poſſint. Newtonus lamellam plumbeam acicula pertuſam adhibuit, & foraminis diameter erat $\frac{1}{42}$ pollicis. Umbræ dilatatio accuratius diſcerni poteſt in majori quam in minori a corpore diſtantia; notum quippe eſt umbram in majori magis quam in minori diſtantia dilatari; in magnis autem longe facilius quam in parvis differentiæ obſervantur. At iſta umbræ dilatatio deprehendi minime poſſet, ſi radii prope corporum ſuperficies nullam ferrent repulſionem, ſed in rectis lineis propagari pergerent. Itaque manifeſtum eſt repulſionem aliquam pati radios a ſolidi atque opaci corporis ſuperficie juxta quam incedunt. Hanc luminis proprietatem qua fit ut radii lucis corpus opacum radentes recta non pergant, ſed a corporis ſuperficie repellantur, *diffractionem lucis* appellant phyſici. Verum hanc proprietatem a reflexione & refractione non differre in hujus concluſionis progreſſu probabiliſſime oſtendemus. Interim concludere licet; Reflexio lucis non fit in ſolidis corporum particulis, ſi eam prope contactum aliquando fieri demonſtrent accuratiſſima experimenta, eamque eodem modo ſemper contingere oſtendunt validiſſimæ rationes, atqui &c. Ergo.

PROB. II Pars, quæ quidem nulla alia validiori ratione evinci poteſt quam ſi refractionis phœnomena ſecundum Newtonianam doctrinam explicemus, eandemque explicationem cum hypotheſi carteſiana compare-

paremus. Spatium ABDC (fig. 16.) duobus planis parallelis AB, CD, terminatum repræſentet medium denſius quod ſit medio rariori X, tum ſupra tum infra comprehenſum. Globulus lucis g, in minima a medio AB, diſtantia verſus ſuperficiem AB, attrahetur. Jam ponamus radium lucis f g, perpendiculariter in ſuperficiem AB incidere, evidens eſt radii directionem in medio ABCD, perpendicularem manere; etenim attractiones laterales ut pote æquales & contrariæ ſeſe mutuo elidunt, quare ſola ſupereſt attractio perpendicularis quæ cum perpendiculari motus directione conſpirat. Illæ igitur vires duæ id ſolum præſtare debent ut nempe radius perpendiculariter moveri pergat, & motu accelerato tranſeat in AB, ob medii denſioris attractionem; deinde autem in medio uniformi ABCD, ob æqualem undequaque attractionem motu acquiſito æquabiliter progreditur. Verum ubi radius emerget ex CD, vi attractiva medii ABCD retrahetur; quare evidens eſt radium lucis in medio inferiori eodem modo retardari quo accelerabatur in medio ſuperiori, ac proinde in medio inferiori X eadem movebitur velocitate qua progrediebatur in medio ſuperiori antequam perveniret ad AB. Hic autem mediorum reſiſtentiam non conſideramus; ſermo enim eſt de globulis qui per medii interſtitia libere tranſeunt; alii ſiquidem globuli intra medium reflectuntur vel abſorbentur.

Simpliciſſimum directionis perpendicularis caſum demonſtravimus, jam directionem obli-

obliquam expendamus. Sit directio obliqua HG, agatque vis attractiva medii in diſtantia GP; conſiderari debent vires duæ, una ſecundum directionem HG, perpetuo eadem, altera vero ſecundum perpendicularem GP, perpetuo variabilis. Ex hac virium compoſitione fit ut globulus minimum deſcribat curvæ arcum GI, verſus IB concavum ob motum acceleratum, non ſecus ac gravia oblique deorſum projecta deſcribunt parabolam quæ concavitatem telluri obvertit. At ubi globulus pervenit in I, recta trajiciet medium Y, ſecundum tangentem curvæ antea deſcriptæ, motuque uniformi pertinget ad K; ſed emergens ex CD, retrahetur vi attractiva ad medium Y; quare rurſus conſiderari debent vires duæ, una ſecundum directionem tangentis perpetuo eadem, altera autem perpendicularis, globuli motum retardans iiſdem gradibus quibus antea verſus AB, fuerat acceleratus, ac proinde globulus curvam KL, priori ſimilem & æqualem deſcribet, ſed ſitu contrario poſitam ob motus retardationem, non ſecus ac gravia ſurſum oblique projecta deſcribunt parabolam quæ convexitatem telluri convertit. Tandem ubi globulus extra limites attractionis pervenit, ſecundum directionem tangentis moveri pergit, ut ante.

Ex hac explicatione facile intelligitur notiſſima attractionis lex qua fit ut radii lucis ex medio rariori tranſeuntes in denſius, accedant ad perpendicularem; contra autem recedant a perpendiculari, ſi tranſeant e medio denſiori in rarius; id quidem

dem evidens eſt ex curvarum GL & KL, contraria poſitione. At in hypotheſi carteſiana intelligi non poteſt lex illa. Etenim ſi medii reſiſtentiæ tribuenda ſit luminis refractio, radius lucis tranſiens ex medio rariori in denſius refringi debet recedendo a perpendiculari; quod enim curva Gi verſus iB, concavitatem obvertat id fit ob velocitatis incrementum ſecundum directionem perpendicularem Gp; at in hypotheſi carteſiana velocitas perpendicularis ſemper decreſcit. Etenim etiamſi fingamus minorem eſſe reſiſtentiam in medio denſiori quam in rariori V. G. in aqua aut vitro quam in aere; quod abſurdum videtur; ſi tamen radius tranſeat ex medio quod magis reſiſtit in aliud quod reſiſtit minus, aliquam licet minorem patietur motus retardationem; ac proinde non intelligitur qua ratione radius ad perpendicularem accedat.

Præterea ſi refractionis cauſa ſit medii reſiſtentia, radius magno refractionum numero vexatus, non ſolum velocitatis ſuæ partem aliquam amittet, ſed & totam poterit amittere, non ſecus ac corpori ſolido medium fluidum trajicienti contingit. Id vero experimentis contrarium omnino eſt; re quidem ipſa debilior exit radius diverſa permeans media; ſed illam lucis jacturam inde oriri putandum eſt quod partes aliquæ intercipiantur aut intra medium reflectantur; cæterum aliæ omnes particulæ quæ e medio emergunt totam primitivam retinent velocitatem. Et quidem accuratiſſimis experimentis compertum eſt lucis radium per diverſa media utcumque re-

fra-

fractum eandem ſubire refractionis legem, ita ut conſtans ſemper maneat ratio ſinuum incidentiæ & refractionis. At ſi refractionis cauſa ſit medii reſiſtentia, jam mutata radii velocitate incertis omnino legibus, ipſam quoque curvarum GI, KL, naturam & poſitionem mutari neceſſum eſt, ac proinde ſine ulla conſtanti lege variabilis foret radii incidentis & refracti poſitio.

Ex iis quæ hactenus explicavimus admiranda facilitate intelligitur qua de cauſa refractio in reflexionem mutari nunquam poſſit, ſi radius ex medio rariori in denſius tranſeat; contra autem ſi tranſitus fiat ex medio denſiori in rarius ſub certa inclinatione, refractio abeat in reflexionem. Primus caſus ſtatim patet; etenim quęcumque ſit radii inclinatio, vis attractiva medii denſioris efficere debet ut radius ad ipſam medii ſuperficiem citius perveniat, & ſub minori inclinatione medium penetret, ut patet; cum radius refractus accedat ad perpendicularem. Jam ponamus radium IK, (fig. 17.) ex medio denſiori in rarius incidere ſub inclinatione ſatis magna, evidens eſt radium vi attractiva medii denſioris retrahi verſus CD; at talis eſſe poteſt radii in K inclinatio ut compoſita cum vi attractiva verſus CD, abeat in directionem Lm, plano CD parallelam, antequam radius extra medii denſioris attractionem excurrat; quare radius regredietur per curvam Mno, priori Lki, ſimilem & æqualem, eritque inclinatio onC, inclinationi priori iKD, æqualis; ideoque in hoc caſu accurata ſit reflexio.

Neo

Nec minori felicitate explicantur difficillima alia lucis phœnomena quæ aliam quamlibet hypotheſim videntur reſpuere. Sed de his deinde, ubi occurret locus, ſermonem habebimus. Interim concludemus: vix in dubium vocari poteſt illa refractionis cauſa quæ naturæ legibus conſentanea eſt luciſque phœnomenis accurate ſatisfacit, atqui &c. Ergo.

Objic. Adverſus utramque partem. Lex analogiæ præſcribit ſimilium effectuum eaſdem afferendas eſſe cauſas. At corporum ſolidorum luciſque reflexio ſunt effectus omnino ſimiles. Ergo lucis reflexio ex immediato ſuperficiei reflectentis contactu pendere videtur. Reſp. Diſt. Maj. Si effectus ita ſimiles ſint ut omnia ſint paria accurate C. Maj. Secus N. Maj. & conſ. Itaque inter magna corpora & ſubtiliſſima lucis corpuſcula inſtitui non poteſt accurata comparatio; quod quidem ex demonſtratis de vi attractiva manifeſtum omnino eſt; cum longe alia eſſe debeat magnorum corporum minimarumque particularum attractio mutua. Præterea ſimiles non eſſe effectus illos demonſtrant plurima lucis phænomena, ſed ſatis ſit demonſtratum refractionis lucis exemplum quæ aliquando mutatur in reflexionem; id vero corporibus ſolidis non contingit. Diverſam utriuſque reflexionis cauſam poſtulant experimenta; & quidem ſi corpus ab aliquo plano reflectatur, angulus reflexionis angulo incidentiæ æqualis eſſe non poteſt, niſi corpus incidens ſit accurate ſphæricum & perfecta elaſticitate donatum, & præterea planum reflectens perfe-

cte lævigatum eſſe oportet; quæ quidem omnia ex demonſtratis in Phyſica generali reflexionum legibus facile colliguntur. Attamen radii lucis ita reflecti obſervantur in ſpeculis, ut angulorum reflexionis & incidentiæ æqualitas tanquam accuratiſſimum experientiæ principium habeatur. At ſpeculorum ſuperficies, quamvis lævigatiſſima videatur; debet tamen eſſe admodum ſcabra & irregularis; & quidem ad perpolienda vitra adhiberi ſolent pulviſculi quorum profecto particulæ radiis luminis longe craſſiores, inducere debent ſulcos monticuloſque plurimos, a quibus lumen omne quaquaverſum admodum irregulariter, ut a ſcabro pariete, reflecteretur. Tandem ſi analogiæ legem hic quoque velint nonnulli phyſici, aliquo modo in utraque reflexionum ſpecie valere poteſt, ut patebit ex ſequenti objectione.

Inſt. Omni carent veriſimilitudine oppoſitæ illæ leges quibus fit ut radii lucis in certis caſibus refringantur, in aliis autem repellantur. Ecquis ſibi facile perſuadebit mediorum ſuperficies ita variabili lege *in diſtans* agere ut radios lucis modo admittant, ut fit in refractione, modo autem repellant ut fit in reflectione; id ſaltem poſtularet analogia naturæ ut ad certos uſque limites vigeret attractio quæ deinde mutaretur in repulſionem, hanc ſcilicet attractionis & repulſionis varietatem operante fluido aliquo, pro diverſa corporum reflectentium & refringentium natura. His poſitis ſic argumentantur aliqui. Commentitiis viribus quæ agunt in diſtans, & modo

do attrahunt, modo repellunt anteponenda eſt hypotheſis quæ univerſalibus naturæ legibus magis eſt conſentanea, atqui &c. Ergo .... Reſp. C. Maj. & *permitto* Minorem. Noſtram concluſionem directe non petit hæc objectio; tanquam probabiliſſimum quidem & fere demonſtratum habemus reflexionem lucis fieri in minimis a corpore reflectente diſtantiis, non tamen omnino negamus elaſticas, licet ſenſibus minime conſpicuas, atmoſphæras circa ipſam corporum ſuperficiem diſperſas. Hanc hypotheſim ingenioſiſſime quidem excogitarunt recentiores carteſiani ſyſtematis reformatores; rem ita explicant. Fingamus diſperſam eſſe circa vitri ſuperficiem ſubtiliſſimam atmoſphæram quæ radio lucis occurrat; hæc autem atmoſphæra licet ſubtiliſſima, craſſior tamen erit ſi conferatur cum luminis tenuitate. Ponamus deinde atmoſphæram illam non eſſe medium uniforme, ſed diverſam habere denſitatem; radius oblique in atmoſphæram incurrens curvam minimam deſcribet non ſecus ac in attractionis hypotheſi: nam vis hujus fluidi radium ad ipſam corporum ſuperficiem impellentis gerit vices attractionis, non ſecus ac vis centrifuga materiæ ſubtilis gravia deorſum trudit: Quare res perinde ſe habet, ſive attractionem ſive atmoſphæram impellentem admittamus. Eadem plane ratione intelligitur reflexionem fieri poſſe in ipſis atmoſphæræ particulis; ac proinde fictitium eſſe attractionis principium aut ſaltem minime neceſſarium ajunt Carteſiani. Fatendum quidem eſt ignotum illud fluidum cujus leges pro arbi-

trio fingi atque refingi poſſunt, nulla fortaſſe ſevera & geometrica demonſtratione refelli poſſe; obſervabimus tamen radii oblique incidentis velocitatem in velocitates duas dividendam eſſe, unam ſcilicet perpendicularem & perpetuo variabilem, alteram vero conſtantem ſecundum directionem parallelam. At ſi radius vi atmoſphæræ refringatur, hujus atmoſphæræ fluidum reſiſteret quoque ſecundum directionem parallelam. Sed quidquid ſit, attractionem & repulſionem velut phænomena conſideramus, doctiſſimos quidem variarum hypotheſeon auctores impenſe veneramur; ſed propoſitus harum inſtitutionum ſcopus difficiles cauſas inveſtigare non patitur. Satis erit obſervare reflexionis & refractionis phænomena tribuenda eſſe eidem potentiæ quæ pro diverſis circumſtantiis diverſimode agit, quæcumque ſit potentia illa. Etenim ſi radii lucis ex vitro in aerem exeant ſub tali inclinatione ut refringantur, aucta autem inclinatione reflectantur, eadem omnino vi refractionem & reflexionem produci demonſtravimus. Cum præſenti concluſione conjuncta ſunt alia phænomena plurima quæ in ſequentibus articulis opportunius explicabuntur.

ARTICULUS IV.

De viſione.

I. EX præcedentibus articulis totum pendet viſionis artificium, ſed ipſum viſionis organum, quantum noſtri eſt inſtituti, bre-

breviter deſcribemus. Oculi figuram fere eſt ſphærica, pars tamen anterior eſt paululum magis convexa & tunica *cornea* vocatur, ubi pellucida eſt; reliquum autem oculi integumentum quod opacum eſt, dicitur *Sclerotica*. Pars ſcleroticæ anterior quæ corneæ adjacet, tegitur tenui membrana quæ vocatur *adnata* & efficit *album oculi*. Adnata tegit quoque corneam, ſed ita tenuis ibi eſt ut difficile diſtinguatur. Ab anteriori parte cum cornea juxta circumferentiam cohæret tunica *uvea* dicta, quæ plana eſt & in medio foramen habet quod appellatur *pupilla*. Uvea conſtat ex fibris circularibus concentricis ad angulos rectos per fibras *longitudinales* ad centrum tendentes interſectis. Fibras illas muſculoſas eſſe a nemine hactenus demonſtratum eſt; imo peritiſſimus anatomicus Ruyſchius qui circa oculi ſtructuram diligentius verſatus eſt, fibras iſtas, maximam partem, vaſa eſſe oſtendit, atque celeberrimus vir D. Du Vernoi oculum Ceti diligentiſſime contemplatus, eaſdem fibras ex muſculorum numero rejiciendas eſſe judicavit. In medio oculi magis tamen verſus partem anteriorem, poſitum eſt corpus molle, pellucidum, lenti convexæ ſimile, cujus ſuperficies poſterior anteriorem convexitate ſuperat; vocatur *humor cryſtallinus*. Axis hujus cum oculi axe per centra pupillæ & bulbi oculi tranſeunte coincidit. Suſtinetur cryſtallinus humor filis, quæ in ſingulis punctis circumferentiæ hujus cohærent & interiori parti oculi annectuntur juxta circumferentiam corneæ, in formam arcus inflectuntur &

mu-

muſculi creduntur, atque *ligamenta ciliaria* nominantur; hæc inter ſe junguntur & cum cryſtallino ſeparationem in oculo efficiunt, huncque in duas cavitates ſeu *cameras*, ut dicunt, unam anteriorem, alteram poſteriorem dividunt. Anterior cavitas repletur fluido aquæ ſimillimo, dicitur *humor aqueus*, cavitas poſterior repletur humore pellucido ejuſdem circiter denſitatis cum humore aqueo, ſed minoris fluiditatis, *humor vitreus* vocatur. Superficies poſterior & interior oculi tegitur tunica *Choroides* dicta, ſuſco colore tincta; hanc iterum tegit membrana tenuiſſima cui nomen *Retina* datur. *Nervus opticus* ad poſteriorem bulbi oculi partem paululum ad latus huic inſeritur, & ita cum oculo jungitur ut exterius nervi integumentum cum Sclerotica cohæreat & ſequens cum Choroide; fibræ autem ex quibus retina conſtat concurrunt & medullam nervi conſtituunt. Oculus in capite movetur variis muſculis cum Sclerotica cohærentibus, de his vero dicere juris noſtri non eſt; conſideramus enim oculi ſtructuram duntaxat quatenus ad luminis motum pertinet.

II. His præmiſſis, jam intelligitur admirandum viſionis artificium. Radii luminis e ſuperficie corporum, vel prope ſuperficiem reflexi corneam primum permeant, tum in aqueum humorem incidentes, ii qui oblique cadunt tali ratione refrangi debent ut viciniores quam antea fiant; tranſeunt enim ex medio rariore in denſius, nempe ex aere in aquam. Deinde pupillam ſubeunt, atque intra cryſtallinum humorem

qui denſior eſt aqueo, iterum refracti magis ad ſe invicem accedunt. Tandem in vitreum humorem incidunt atque denuo refracti magis convergunt. Radii quidem ex humore cryſtallino in vitreum minus denſum tranſeuntes a perpendiculari recedunt, ſed ob *lenticularem* cryſtallini figuram contingit ut radii a perpendicularibus recedentes ſibi ipſis viciniores fiant, quod quidem patet ex iis quæ demonſtravimus de refractione duplici per vitra utrinque convexa. Itaque radii in humorum trajectu has refractiones paſſi, in retina coeunt, hanc concutiunt, nervi optici filamenta movent ac tandem motus ad cerebrum propagatur.

Ut autem tota res in meliori lumine collocetur, ponamus ex ſingulis ſuperficiei alicujus punctis emanare undequaque lucis radios, jam ſuperficiei punctum quodlibet conſiderari poterit tanquam vertex coni cujus baſis eſt ipſa pupilla, tum radii refracti alium generant conum priori oppoſitum cujus baſis quoque eſt pupilla; vertex autem eſt in oculi fundo in quo ſcilicet radiorum ex aliquo puncto emanantium concurſus, ejuſdem puncti imaginem repræſentat. Illi autem duo coni habent axem communem quem velut lineam rectam conſiderare licet; nam in hoc caſu, vix attendi debet refractio quam radii in cryſtallino ſubeunt, tum in ingreſſu, tum in egreſſu; itaque fingi poteſt ſingulos radios utrumque prædictum conum formantes cum ipſo axe communi confundi; ac proinde quodlibet ſuperficiei alicujus punctum diſtinguitur, eo

quod

quod ejuſdem puncti imaginem ad fundum oculi tranſmittat radius per centrum pupillæ tranſiens. His poſitis, ſi punctum objecti ſit in ipſo magnitudinis viſibilis centro puta R (Fig. 18.), aliud ejuſdem ſuperficiei punctum Q, ad dexteram poſitum, ſui ipſius imaginem in oculum emittet per radium Qq, qui priorem radium Rr in centro pupillæ interſecabit; quare imago q, ad ſiniſtram imaginis r jacebit, ac proinde imagines illæ pingentur in ſitu inverſo; ſi cum punctorum R, Q, poſitione conferantur. Itaque cum radiorum ex quolibet puncto emanantium faſciculus ſive conus ad ſimplicem radium per axem reduci poſſit, tota objecti ſuperficies ad oculum relata ſe habet tanquam pyramidis lucidæ baſis, cujus pyramidis vertex eſt ipſum pupillæ centrum; radii autem qui hanc formant Pyramidem in oculi fundum producti, aliam generant pyramidem oppoſitam ipſo organi fundo comprehenſam, cujus proinde baſis eſt tota objecti imago, quæ cum ſuis coloribus depicta præſentis objecti ſenſationem in nobis excitat. Quodnam vero ſit primarium viſionis organum, an ſit Retina, an Chorois diſputant aliqui phyſiologi; quæ quidem quæſtio videtur omnino ſuperflua, ſingulæ enim organi partes, pro ſuo officio, ad diſtinctam viſionem conferunt; verum cum retina ex medulloſa nervi optici portione componatur, huic parti tribuenda ſunt præcipua viſionis munera. Neque ad Phyſicos pertinet definire quo artificio pupilla dilatetur & contrahatur. Indubitatum quidem eſt pupillam non ejuſdem ſemper dia-

metri apparere, ſed nimia illabente lucis copia contrahi, & contra dilatari. Hunc reciprocum pupillæ motum fibris muſcularibus tribuunt aliqui; ſed rem alio modo explicant alii; de pupillæ contractione & dilatatione tentamen propoſuit vir clariſs. Weibrechtius in commentariis petropolitanis Tom. 3. At his relictis, oculorum vitia illorumque remedia, quod quidem Phyſicorum juris eſt, exponemus.

III. Cum luciis radii imaginem puncti ex quo emanarunt ſecum deferant & per vitrum convexum refracti in foco ſeſe decuſſent, evidens eſt radios illos plano aliquo ultra vel citra punctum interſectionis exceptos ejuſdem puncti imaginem repræſentare; quæ quidem imago magis extenſa minuſque vivida eſſe debet quo major eſt illius a foco diſtantia. Ex majori illa imaginis amplitudine fieri debet ut puncti alicujus contigui imago cum priori imagine partim confundatur. Quare ſi duo illa puncta diverſum habeant colorem, imago ex his duabus imaginibus compoſita tres exhibebit colores; pars enim duabus imaginibus communis compoſitum colorem admittet. Itaque imago illa permixta neque objecti dimenſionem, figuram, colorem, ſplendorem repræſentare poterit, ſed juſto major erit atque confuſa. Verum in concurſu ſeu foco radiorum, punctorum duorum imagines ſunt nitide ſeparatæ & propriis coloribus diſtinctæ.

Quæ cum ita ſint, objecti alicujus diſtincta eſt viſio, ſi radii retinam attingunt in vero concurſus puncto, hoc eſt, in vertice

cono-

conorum lucidorum qui ex unoquoque objecti puncto proficiſcuntur. Contra autem viſio confuſa eſt, ſi radii ante vel poſt concurſum ad retinam perveniant. Præterea objecti imago vivida atque diſtincta trans ſuperficiem refringentem convexam repræſentata, in axe per objectum & centrum ſphæricitatis tranſeunte conſtituta eſt, ut in præcedenti articulo demonſtravimus; quare objecta diſtincte non videntur, niſi verſus objectum dirigatur axis per oculi & pupillæ centra tranſiens; & requidem ipſa in objecto diſtinctiſſime non percipitur, niſi punctum illud ad quod hic axis pertingit. Jam vero ad explicandam vitioſam oculorum conſtitutionem, aliud ſupereſt obſervandum. Si objectum aliquod collocetur in aliqua diſtantia a ſuperficie refringente convexa, immota, & conſtantis ſphæricitatis, deinde autem objectum ad ſuperficiem illam accedat, objecti imago recedet (ex demonſtratis). Quare ſi imago objecti in eodem loco fixa retineri debeat, vel removenda eſt ſuperficies refringens accedente objecto, vel ſemidiameter ſphæricitatis minuenda, quæ quidem omnia ex articulo præcedenti ſunt manifeſta. Igitur homines qui eximio pollent viſus organo, oculos ita conformatos habent & ita facile mobiles, ut radii ex eodem objecti puncto emanantes & pupillam fere paralleli ſubeuntes, quod fit in diſtantia ſatis magna, in ipſa retina colligantur. At ſi objectum ad oculos accedat ita ut lucis radii ex aliquo objecti puncto emanantes, pupillam ingrediantur divergentes, tunc ſpecta-

tor ita oculos accommodare poteſt in ſingulis objecti diſtantiis, ut imago in retina ſemper exaretur, ſive id faciat lentem cryſtallinam verſus pupillam propius admovendo, ſive reducta ad majorem convexitatem lente cryſtallina aut tunica cornea. Cryſtallinæ lentis mutationem fieri ligamentorum Ciliarium ope perſuaſum habent plerique anatomici. Cornea quoque mutationi obnoxia eſſe poteſt vi muſculorum *rectorum* qui oculum juxta directionem axis comprimunt, illumque versus orbitæ fundum retrahunt.

IV. Ex his intelliguntur diverſa oculorum incommoda. Si organum ita vitioſe fuerit conformatum ut pro objectorum diſtantia mutari non poſſit, ut oportet, oculi figura, tunc intra certos limites duntaxat diſtincta habetur viſio; ita ſi lens cryſtallina vel etiam corneæ pars anterior juſto majorem habeat convexitatem, objectorum nimis diſtantium imagines prope lentem cryſtallinam ac proinde ante retinam pinguntur, ideoque confuſe duntaxat videntur. Ea de cauſa fit ut homines tali vitio laborantes qui dicuntur *Myopes* objecta propius admovere debeant; ita enim imagines fiunt remotiores & ad ipſam retinam accurate pertingunt. At ſi corneæ ſegmentum anterius vel lens cryſtallina eam duntaxat habeant convexitatem quæ neceſſaria eſt ut objectorum remotiorum imagines in retinam cadant, objecta proximiora pingentur ultra retinam, ideoque confuse tantum videri poſſunt. Qui tali oculorum vitio laborant, vocantur *Presbytæ*, atque vitium illud frequens eſt ſenibus;

are-

areſcentibus enim longa ætate humoribus, complanatur lens cryſtallina, & corneæ pars anterior deprimitur. Itaque Myopes proximiora duntaxat objecta diſtincte vident per radios divergentes; Presbytæ autem diſtincte tantum vident objecta remotiora per radios fere parallelos. Porro ex antea explicata vitrorum concavorum & convexorum doctrina notum eſt eam eſſe vitrorum concavorum proprietatem, ut radios parallelos, & ex remotiori objecto emanantes reddant divergentes; quare myopum vitium lentis concavæ ope corrigi poteſt. Contraria ratione lentem convexam adhibere debent presbytæ. Evidens autem eſt juſtam eſſe debere vitrorum concavitatem vel convexitatem & oculorum imperfectioni convenientem. Alio etiam modo ex parte aliqua emendari poſſunt, tum myopum tum presbytarum vitia, ſi nempe objecta per foramen valde exiguum conſpiciantur. Etenim ſi pupillæ diameter inſtar puncti ſe haberet, ita ut unicum duntaxat admitteret radium ex unoquoque objecti puncto emanantem, radii illi in totidem diſtincta retinæ puncta caderent ac proinde diſtinctam repræſentarent objecti imaginem, minus tamen vividam, ob lucis inopiam. Ea de cauſa fit ut objectum etiam oculo valde proximum trans exiguum foramen diſtincte cernamus.

Sæpe contingit ut oculorum alteruter vi maxima polleat, alter autem myopum vel presbytarum vitio laboret. In hoc caſu ſpectator perfectiorem oculum verſus objecta debet convertere, alterum autem oculum

minus perfectum avertere; alioquin objecti imago confuſa diſtinctam imaginem turbaret. Hinc fit ut aliqui diſtortis aſpiciant oculis. Vitium illud appellatur *Strabiſmus*, de quo multa & quidem utiliſſima tradidit D. De Buſon in monum. Pariſ. an. 1743.

Porro licet objectum aliquod geminis intueamur oculis, illud tamen unicum apparet; æquales enim omnino fiunt in *omologas* utriuſque oculi fibras impreſſiones, atque eaſdem illas ſimultaneaſque impreſſiones velut impreſſionem unicam mens noſtra judicat. At ſi ejuſdem objecti imagines in omologis non pingantur fibris, jam ex impreſſionum varietate duplicis objecti ſenſatio in nobis excitatur. Cæterum imagines duæ in fibris omologis imprimuntur, ſi objectum utroque oculo per radios phyſice parallelos contemplemur, vel ſi oculi eodem plane modo verſus objectum dirigantur. Hinc objectum oculis proximius, duplex nobis apparet; cum objectum illud intueri non poſſimus, niſi viſionis axes valde inclinentur; oculus ſiniſter objectum videt ad dexteram, oculus autem dexter ad ſiniſtram, cum duo axes ad partes illas ſint inclinati. Simili ratione duplex apparet objectum, ſi oculi non eodem modo obvertantur, in diverſis enim locis fiunt objectorum impreſſiones. Hinc homines vino madidi duplex objectum loco unius apprehendere ſolent; ita enim perturbatis motibus agitantur nervorum muſculorumque fibræ ut verſus idem objectum ea, quæ neceſſaria eſt, directione ambo oculi converti non poſſint. Idem quoque accidit hominibus

bus affectuum æſtu & furore miſere abreptis.

V. Ad viſionis doctrinam pertinet apparens objectorum magnitudo. Angulus *opticus* appellatur ille quem comprehendunt radii duo ex duobus dimenſionis alicujus extremis emanantes. Quia vero, cæteris paribus, de objectorum æqualitate vel inæqualitate nullum ferre poſſumus judicium, niſi ex ipſis imaginibus in fundo oculi depictis, patet objecta quælibet æqualia vel inæqualia, ſub eodem angulo viſa, apparere æqualia, niſi cauſa aliqua de apparenti magnitudine noſtrum perturbet judicium. Ex angulorum inæqualitate evidens eſt decreſcere apparentem alicujus objecti magnitudinem, ſi major ſit illius ab oculo diſtantia, cæteris paribus. Etenim objecti dimenſiones ſunt baſes conſtantes trianguli cujus latera ſunt duarum objecti extremitatum ab oculo diſtantiæ; quare creſcentibus lateribus pro majori diſtantia, creſcunt quoque anguli oppoſiti ac proinde decreſcit angulus lateri conſtanti oppoſitus ideoque & minor fit objecti imago. Hinc magnitudines apparentes vel anguli optici objectorum ſunt in ratione diſtantiarum inverſa ab oculo, ſi tamen anguli ſunt minimi; ſecus autem ſi anguli paulo majores ſint (ut patet ex geom.). Quare objecti alicujus majoris & valde remoti partes æquales, non apparent æquales; nam partes ab oculo remotiores minorem ſubtendunt angulum, & contra. Ea de cauſa fit ut lineæ parallelæ ad magnam diſtantiam productæ videantur concurrere, atque eandem ob cauſam ſub-

limior turris ſpectatori inclinata videtur ; nam ſi turris ſit perpendicularis, ſpectator ſitum hunc perpendicularem comparat cum recta perpendiculari per oculum tranſeunte ; quare ſitus perpendicularis ipſius turris, rectæ perpendiculari per oculum tranſeunti parallelus, in parte ſuperiori convergere apparet.

VI. Hæc eadem principia ad viſionem quæ fit per vitra vel ſpecula transferri poſſunt. Etenim cum objecta non videamus niſi ſecundum directionem radiorum qui in oculum tranſmittunt objectorum imaginem, ſi radii illi plures refractiones & reflexiones patiantur ita ut mutetur primitiva radiorum directio, jam objectum videre non poſſumus ſecundum rectam ex objecto ad oculos noſtros directe pervenientem. Itaque cum magnitudo apparens objecti maxime pendeat ex angulo quem radii ad oculum ultimo pervenientes comprehendunt, evidens eſt apparentem objecti magnitudinem mutari, ſi refractio vel reflexio angulum opticum mutaverit. Quod ſpectat oculi diſtantiam a loco objecti apparente ; hanc non metitur vera ultimæ imaginis ab oculo diſtantia. Etenim experientia compertum eſt, objectorum diſtantiam apparentem ex noſtris judiciis maxime pendere. Objecta quæ fuſca & obſcura apparent, remotiora judicamus ; atque eandem ob cauſam, illorum quoque magnitudinem augemus. Si inter objectum aliquod & oculos noſtros longa contineatur objectorum ſeries, augemus quoque tacito judicio objecti diſtantiam & magnitudinem. Igitur

quæ

quæ dicta ſunt de apparente objectorum magnitudine intelligi debent duntaxat, *ſi omnia fuerint paria*. Itaque cum apparentem objectorum diſtantiam ex noſtris de illorum magnitudine judiciis æſtimare ſoleamus, ſi objectorum imagines reflexione aut refractione minuantur vel augeantur, objecta illa oculo proximiora vel ab eo magis remota judicamus, facta nempe comparatione inter magnitudinem apparentem & magnitudinem veram. Quia vero objectorum quæ directe videntur ſuperficies, eſt baſis pyramidis lucidæ cujus vertex eſt in oculo; ſi reflexione aut refractione magis obtuſus fiat pyramidis angulus, objectum quod ad hujus pyramidis baſim ſemper refertur, oculo ſeu novæ pyramidis vertici propius apparebit; contrarium eveniet, ſi pyramis fiat magis acuta. Inde autem per conſtructionem determinari ſolet apparens objectorum locus, ſi objecta trans vitra & ſpecula conſpiciantur. Sit RQ, objecti cujuslibet dimenſio O, locus oculi (Fig. 19.) OR, axis pyramidis opticæ OT, directio radii ex puncto Q emanantis, atque radius ille plures utcumque patiatur reflexiones vel refractiones, per ſuperficies ſphæricas quarum axes ſinguli ſint in recta OR. Ducatur qQ, ipſi OR parallela donec radio OT occurrat in q, erit punctum q, locus apparens ſive ultima imago puncti Q, Or erit diſtantia apparens oculi ab objecto, & qr locus apparens ultimæ imaginis. Hinc intelligitur quare objecta trans lentem utrinque convexam viſa, majora & propiora appareant; contra autem appareant minora

& remotiora, ſi trans lentem concavam aſpiciantur. Illud quidem objectorum incrementum & decrementum ex anguli optici inæqualitate conſtat omnino; at quidquid de apparenti objectorum magnitudine illorumque apparenti loco hactenus tradiderunt Phyſici pro meris conjecturis atque hypotheſibus haberi debet. Verum quamvis apparentem objectorum magnitudinem circumſtantiarum varietate maxime perturbatam definire non liceat, certum tamen eſt ex his erroribus, ſaltem maxima ex parte, repetenda eſſe multa viſionis phænomena mox explicanda.

VII. Obſcuriora magiſque confuſa videntur objecta quæ ſunt ab oculis noſtris remotiora; contra autem ſplendidiori fulgent luce, ſi fuerint propiora. Hinc fit ut objecta confuſa a nobis remotiora judicemus & viceverſa, atque ea de cauſa intelligitur difficillimum picturæ artificium quo lux & umbra in tabellis tanta miſcentur induſtria ut objecta eminere & quaſi foras erumpere videantur. Eadem eſt ratio cur ſpectra nocturnaque phantaſmata longe majora apparere ſoleant; cum enim obſcura ſint objecta, majorem illorum diſtantiam ex viſionis confuſione æſtimamus illorumque magnitudinem ita enormiter augemus ut timidioribus hominibus terrorem incutere ſoleant. Hinc etiam reddi poteſt ratio cur concava cœli ſuperficies *delumbati* fornicis inſtar appareat. Etenim cum ſidera prope horizontem minus ſplendeant, eo remotiora a nobis judicantur; atque eidem cauſæ magna ex parte tribuendum eſt quod Sol

& Lu-

& Luna majores appareant in horizonte, minores autem quo altiores ſupra horizontem. Etenim ponamus ſphæricam eſſe apparentem cæli concavitatem in cujus centro poſita ſit tellus, diameter apparens Solis eadem eſſe debet in qualibet ſupra horizontem altitudine. At cum fornicis delumbati figuram referat cæli concavitas, major eſt apparens Solis diſtantia in horizonte quam in aliqua ſupra horizontem altitudine, ac proinde Solis aliorumque ſiderum magnitudinem optica illuſione augemus. Huic tamen cauſæ jungi etiam debet alia quam ex longa objectorum ſerie deſumere ſolent Phyſici. Et quidem dum Sol & Luna verſantur in horizonte, inter corpora illa noſtroſque oculos magna ſeſe offert objectorum multitudo, qua fit ut majorem a nobis judicemus Solis & Lunæ diſtantiam. Id autem frequenti exemplo oſtendi poteſt. Si longior vallis homini in planitie conſtituto conſpicua non fuerit, objecta ultra vallem licet longius remota judicabit ſpectator valde proxima. At ſi ad vallis marginem acceſſerit, oblata nempe corporum intermediorum ſerie, ſtatim magnam æſtimabit diſtantiam. Porro ſphæricam ponebamus concavam cæli ſuperficiem; & quidem certum eſt ſuos eſſe viſioni limites ita ut nullam in remotiſſimis diſtantiis differentiam diſcernere valeamus. At objecta quæ eandem a nobis diſtantiam ſervare videntur, apparere debent tanquam locata in ſuperficie ſphæræ cujus centrum oculus occupat. Hinc fit ut corpora omnia cæleſtia licet magnis intervallis alia aliis

ſu-

ſuperiora, ad eandem tamen concavam ſuperficiem atque ſphæricam referamus.

ARTICULUS V.

De coloribus atque iride.

I. TRiplici potiſſimum ratione conſiderari poſſunt colores, nempe quatenus ſunt in ipſis lucis corpuſculis, vel quatenus certam quandam deſignant corporum diſpoſitionem qua fit ut dati alicujus coloris ſenſatione nos afficiant; tandem quatenus in organo viſionis certum motum imprimunt; has ſingulas partes ipſaque iridis phænomena prolixiori concluſione explicabimus, paucis tamen præmiſſis. De colorum natura variæ ſunt philoſophorum opiniones. Peripatetici colores omnes accidentia quædam & qualitates eſſe arbitrantur quæ variis corporibus impreſſę fuerint ipſiſque inhæreant, & in oculis noſtris imaginem vel ſpeciem quandam imprimant. Verum entitates illas exulare omnino jubent recentiores phyſici; neque enim ad producendam coloris ſenſationem neceſſe eſt ut in corpore ullus color inhæreat, quemadmodum ex cibo ſapor & ex acu dolor percipitur, licet ſapor ipſe in cibo, & dolor in acu non reperiatur. Communis eſt igitur philoſophorum omnium opinio colores eſſe non entitates aliquas vere corporibus inhærentes, ſed quaſdam lucis modificationes quæ juxta varium modum quo a diverſis corporibus lux reſilit atque refrangitur, varias in oculis vibrationes va-

rium-

riumque coloris ſenſum excitant. At quamvis in hac doctrina generatim conveniant Carteſiani & Newtoniani, rem tamen diverſo plane modo explicant. Carteſiani totam colorum differentiam repetunt ex diverſa corporum textura, qua fit ut radii lucis diverſas in diverſis corporibus ſuſcipiant modificationes atque ita varias in nobis excitent colorum ſenſationes. Contra cenſet Newtonus & immenſa experimentorum vi plane demonſtrat majorem vel minorem radiorum coloratorum refractionem non pendere a modificationibus quas radius luminis in refractione aut reflexione acquirat, ſed ex ipſius radii natura oriri, ita ut diverſa colorum fila intrinſecam habeant *refrangibilitatem* coloremque intrinſecum; ſed Newtoni doctrinam non ſatis mirandam ſequenti concluſione exponemus.

CONCLUSIO.

Certiſſimis experimentis diverſam radiorum refrangibilitatem demonſtravit Nevvtonus; atque ex eadem doctrina pendent iridis phænomena.

PROB. I Pars. Ex innumeris experimentis quæ Newtonus inſtituit & in optica fuſe perſequitur, unum hic primum ſeligemus vulgo notiſſimum, quod rem omnino demonſtrat. Eſt autem hujuſmodi.

Paratur priſma vitreum triangulare cujus tranſverſam ſectionem exhibet triangulum ABC (Fig. 20.). Solis radius SD, per exiguum foramen D, in cubiculum ſatis te-

tenebroſum immiſſus excipiatur facie priſmatis AC, oblique in E. Pars aliqua ex E, reflectitur, pars alia ipſum ingreditur vitrum & refringitur, ex antea demonſtratis, ac proinde etiam ubi pervenit ad faciem CB, pars aliqua intra vitrum reflectitur, pars autem alia e vitro egreditur. Sed de radiis reflexis hic nihil curandum eſt; ſolos radios refractos conſideramus. Porro radius in E, non refringitur totus in eodem angulo, ſed plurium veluti filorum diverſe refrangibilium tela retexitur; quæ omnium maxime refringuntur per Ep, violaceum colorem exhibent, rubeum vero colorem pingunt quæ omnium minime refringuntur per Er, reliquis coloribus intermediis jacentibus in angulo pEr, nempe hoc ordine ſedent colores, *rubeus aureus, flavus, viridis, cæruleus, indicus, violaceus.* Illa autem colorum fila in egreſſu e facie CB, rurſus iter inflectunt & a perpendiculis TpN, trn, recedunt; filum quidem violaceum omnium maxime, & rubeum omnium minime, ac in pariete vel in charta eodem ordine pinguntur. Porro hic repræſentavimus radium SDE per unicam lineam rectam, & ſeparata colorum fila tanquam lineas PR, conſideravimus. Verum ob foraminis D amplitudinem ex quovis Solis puncto defertur exiguus quidam radiorum conus, ſeu quaſi cylindrus ad E; & ob diametrum Solis apparentem Ss, defertur per quodvis punctum foraminis D, conus EDe, habens angulum EDe, æqualem angulo SDs ad verticem oppoſito, nempe diametro apparenti Solis. Hinc fit ut radii DE, De,

non habeant eundem angulum incidentiæ ac proinde nec eundem angulum refractionis. Itaque fila omnia rubea, tum quæ profecta ex eodem Solis puncto tranſeunt per omnia puncta foraminis D, tum quæ diſcedunt e diverſis Solis punctis, pingunt circa R, exiguam ellipſim ſeu circellum quemdam, cujus centrum proxime occupat rubeus radius e centro Solis digreſſus & per centrum foraminis tranſiens. Idem præſtant violacei circa P, atque ita deinceps a centro circelli rubei ad centrum violacei continua ſerie diſponuntur circellorum omnium centra. Hinc fit ut in charta vel pariete non linea quædam colorata pingatur, ſed veluti columna binis ſemiellipſibus vel ſemicirculis in R & P, & e latere binis rectis infinitas ellipſes vel circellos intermedios tangentibus terminata. Porro ſi interceptis reliquorum colorum filis unicum duntaxat filum E.G. viride tranſmittatur, alteroque priſmate frangatur, vel pluribus utcumque refractionibus vel reflexionibus torqueatur, jam illud in plura fila non dividitur, ſed refringitur totum iiſdem legibus quibus in primo priſmate fuerat refractum; eundem ſemper colorem ſervat, etiamſi priſmatis converſione ad quamlibet partem dirigatur, ſive tranſeat per medium lucidum, ſive aliorum colorum fila trajiciat, aut etiam denſioris umbræ confinia radat. Diverſam radiorum refrangibilitatem omnino intrinſecam & immutabilem demonſtrat experimentum illud, nec minus clare oſtendit neceſſariam cum radiorum refrangibilitate colorum connexionem.

Nev-

Newtonianam doctrinam plurimis experimentis confirmabimus, ubi ſolventur objectiones; quare hic pauca addere ſatis erit. Si radii priſmate ſeparati iterum colligantur ope lentis convexæ, ut fieri ſolet, color albus iterum reſtituitur. Attamen radii illi ex quibus collectis albedo naſcitur, ultra punctum interſectionis iterum in colores ſuos dividuntur, ſed ordine inverſo; illa enim colorum fila in ſoco collecta ſeſe deinde decuſſant. Simili ratione ſi radii rubri, flavi, virides, cærulei & violacei certa proportione miſceantur, ſubalbicans color inde naſcetur qui etiam obſervabitur in globo ſeptem prædictis coloribus tincto, dummodo globus ille ita rapida manu convertatur ut ſiguli colores organum viſionis ſeorſim afficere non poſſint. Si radii ſolares interna priſmatis ſuperficie ſub angulo valde obliquo excipiantur, radii violacei reflectentur, tranſmittentur autem radii rubri; ex hoc experimento colligitur, radios magis *refrangibiles*, eſſe quoque magis *reflexibiles*, ſeu majori reflexionis facilitate præditos. Itaque ex his paucis experimentis & ex aliis plurimis infra explicandis manifeſtum eſt Solis imaginem quam *ſpectrum ſolare* appellat Newtonus, compoſitam eſſe ex ſeptem radiis primitivis, diverſa refrangibilitate & reflexibilitare præditis, nullique mutationi obnoxiis. Sed antequam ad alteram concluſionis partem progrediamur, obſervandum eſt ſolaris imaginis colores ea proportione in ſeptem intervalla dividi ut proportionalibus ſeptem tonorum muſicorum intervallis ſatis accurate reſpondeant. Id qui-

quidem plane ſingulare eſt, ſed præcipiti judicio concludendum non eſt inter colorum tonorumque ſenſationes aliquam eſſe analogiam; nihil enim habent ſenſationes noſtræ ipſis objectis ſimile; certum tamen eſt diverſos colores varioſque colorum gradus ita inter ſe componi poſſe ut jucundiſſimum oculis ſpectaculum exhibere poſſint.

Prob. II Pars. Iridis origo & generatio haud melius explicabitur quam ſequenti experimento. Capiatur globus vitreus BCD, aqua plenus (Fig. 21.), & ita aperto aeri objiciatur ut a tergo ſpectatoris E, poſitus ſit Sol S. Jam ſi radius ED, ductus ab oculo ad punctum D, globi BCD conſtituat angulum 42° 11' cum recta EM, quæ ad partes Solis producta intelligatur & in Solem ipſum incurrat, tunc pars globi vitrei D, rubro colore tincta apparebit; ſed ſi angulus DEM, paulatim minuatur, tunc evaneſcet quidem color rubeus, ſed in ejus locum ſuccedet primum flavus, tum ſequentur colores alii ex ordine, & ultimo loco violaceus; hic autem poſtremus color ſeſe conſpicuum non præbet, niſi angulus DEM fiat 40° 16'; ita ut colorum limites intra grad. 42 min. 11, & grad. 40, min. 16, contineantur, ac proinde tota colorum latitudo occupat ſpatium 1° 55'. In hoc autem experimento colores generantur per binas radiorum ſolarium refractiones & unam reflexionem. Nam radius SB, incidens in globi punctum B, primum refrangitur in BC, tum reflectitur in CD iterumque refrangitur in DE, atque eadem

di-

directione ſubit oculum E, angulos prædictos comprehendens cum recta EM quæ producta tendit ad Solem. Porro adnotare oportet radium Solis SB, qui globo occurrit in B, & poſt binas refractiones unamque reflexionem ad oculum in E pertingit, parallelum eſſe rectæ ME, tendenti ad Solem S. Etenim cum rectæ BS, ME tendant ad Solem infinito propemodum intervallo a terra diſtantem, ſi intervallum illud conferatur cum diſtantia radiorum B, M, facile intelligitur rectas ME, BS tanquam parallelas haberi poſſe. Quare productis SB, ED, donec concurrant in X, erunt anguli alterni EXD, DEM, æquales inter ſe. Jam vero quoniam experimento compertum eſt apparere colorem rubrum in D, ubi angulus DEM eſt 42° 11', cumque ſit angulus DEM, æqualis angulo BXD, videbitur quoque color rubeus in D, ſi angulus BXD, quem radius incidens BS, & emergens DE, producti continent in X, ſit 42° 11'. Si autem hic angulus paulatim minuatur, evaneſcet quidem rubeus color, ſed in ejus locum ſuccedent ex ordine colores alii, ut jam diximus. Porro ut conſpicuus maneat color violaceus, neceſſe eſt angulum BXD, eſſe 40°. 16'. Si autem angulus paulo minor evadat, jam nulli amplius colores apparebunt.

Ad demonſtratas refractionum leges revocari poteſt præcedens experimentum. Eſto O, centrum ſphæræ vitreæ a quo in radios SBX, & BC, cadant perpendiculares OR, OQ, jungaturque OB, erit OBX, angulus incidentiæ cujus ſinus eſt OR, ſum-

ſumpto OB, pro ſinu toto ſive radio, & OBC, angulus refractionis cujus ſinus eſt OQ. Similiter demiſſis in radium reflexum CD, & emergentem EDX, perpendicularibus Oq, Or, junctoque radio OD, erit ODC, angulus incidentiæ, & ODX angulus refractionis, quorum angulorum ſinus ſunt Oq, Or. Jam vero in refractionibus radiorum rubrorum quæ fiunt in tranſitu ex aere in aquam, ſinus anguli incidentiæ eſt ad ſinum anguli refractionis ut 108 ad 81 circiter; in refractionibus vero radiorum violaceorum quæ fiunt pariter in tranſitu ex aere in aquam, ſinus anguli incidentiæ eſt ad ſinum anguli refractionis ut 109 ad 81; quare in radiis rubeis OR eſt ad OQ ut 108 ad 81, in violaceis autem ut 109 ad 81. Similiter in rubeis Oq ad Or, erit viciſſim ut 81 ad 108, in violaceis vero ut 81 ad 109. Quibus conſtitutis, ſi calculus ineatur, ex trigonometria, prodit angulus BXD pro radiis rubeis 42° 11′, pro violaceis autem 40° 16′. Qui quidem anguli cum experimento ad amuſſim conſentiunt. Jam fingamus partem aliquam atmoſphæræ quæ oculis ſpectatoris obverſatur rotundis aquæ guttis refertam eſſe, & rectam EM, per oculum ſpectatoris ductam ita poſitam eſſe ut producta ad partes a ſpectatore averſas in Solem incurrat. Si guttula BCD talem habeat ſitum reſpectu Solis & oculi ut radius SB, bis refractus & ſemel reflexus perveniat ad oculum ſub angulo DEM 40°. 26′ guttam illam violaceam apparere neceſſum eſt. Si autem guttula ſublimior talem habeat ſitum, ut radius bis refractus & ſemel

mel reflexus accedat ad oculum ſub angulo 42° 11′, gutta rubea apparebit; & ita dicendum eſt de aliis guttis intermediis. Itaque intelligamus innumeras hujuſmodi lineas, ita ut ſemper fiant anguli propriæ radiorum refrangibilitati convenientes, diverſi repræſentabuntur colores. Jam vero oculus ſpectatoris conſiderari poteſt tanquam locatus in communi vertice conorum omnium quos generant radii ad oculum pertingentes; evidens autem eſt pro diverſa radiorum refrangibilitate diverſos haberi conos, eundem tamen verticem, nempe oculum, habentes. Hæc autem conorum formatio intelligi facile poterit, ſi revocemus in memoriam objecta ſatis remota ad eandem ab oculo diſtantiam referri, ac proinde tanquam in circulo poſita videri; quare patet multa objecta hoc modo diſpoſita, ſeſe conſpicienda præbere in coni ſuperficie. Igitur manifeſtum etiam eſt guttas rubeas pertinere ad ſuperficiem coni in quo angulus ad verticem major eſt, guttas autem violaceas referri ad conum in cujus vertice angulus minor eſt, & ita aliorum colorum guttæ ad conos intermedios referuntur. Hinc ergo intelligitur diverſas guttarum ſpecies per diverſas colorum faſcias vel arcus eſſe diſponendas. Hæc quidem eſt origo iridis quæ *primaria* ſeu *interna* vocatur; ſed hanc iridem circumdat aliquando alia quæ *ſecundaria* ſeu *externa* dicitur.

Iridis ſecundariæ generatio conſimili experimento explicatur. Si nempe globus vitreus Soli objiciatur ita ut angulus DEM, ſit 50° 58′ circiter, apparebit color rubeus in

in D. At ſi angulus DEM, evadat paulo major, evaneſcet quidem rubeus color, ſed in ejus locum ſuccedet primum color flavus, tum alii colores atque ultimo loco color violaceus, qui color ut fiat conſpicuus neceſſe eſt angulum DEM eſſe 54° 9', ac proinde iridis ſecundariæ limites inter 50° 58' & 54° 9' continentur ita ut colorum latitudo occupet ſpatium 3° 41'. Quare diſtantia inter duas irides erit 8° 47'. Verum in calculis præcedentibus radios per centrum Solis tranſeuntes duntaxat conſideravimus; at cum diameter Solis apparens ſit 30' circiter, duæ extremæ colorum faſciæ, rubri ſcilicet & violacei augeri debent 30' in iride interiori, nempe color violaceus infra augetur 15', color autem rubeus ſupra totidem 15'. Contra autem in iride exteriori, color violaceus ſupra augetur 15', infra autem color rubeus; colores enim in utraque iride ſunt contrario ordine poſiti. Igitur arcus utriuſque diſtantia minui debet 30', ac proinde latitudo arcus interioris erit 2° 25', arcus autem exterioris 3° 41', utriuſque arcus diſtantia 8° 17'; quod quidem cum obſervatis iridis dimenſionibus accurate conſentit. Porro in hoc experimento quod quidem non ſecus ac præcedens ad calculum trigonometricum revocatur, colores generantur per binas refractiones totidemque reflexiones, atque ea de cauſa fit ut ſecundariæ iridis colores ſint dilutiores minuſque vividi; & idcirco irides ſecundariæ videri non ſolent, niſi cœlum anterius ſit admodum nubilum & obſcurum, atque hinc patet cur rariſſime conſpi-

ſpiciatur tertia iris, quæ, præter duas radiorum refractiones, triplicem reflexionem admittit. Porro quemadmodum Sol iridem effingit in nube aquea, idem quoque interdum facit Luna plena, ſi nempe eædem concurrant conditiones quæ in ſolari iride poſtulantur. Id ſolum intereſt quod iridis lunaris colores multo languidiores ſint, ob luminis lunaris vim multo debiliorem. Iridis phænomena hactenus explicavimus, ea quæ nobis conceditur doctrinæ facilitate; At uberior explicatio difficiliora requireret principia; ex demonſtratis id ſaltem evidens eſt iridis phænomena omnino pendere ex diverſa radiorum refrangibilitate.

Porro ex iis quæ diximus intelligere eſt iridem primariam omnino evaneſcere, ſi altitudo Solis ſupra horizontem major fuerit 42°. Etenim in hoc caſu recta EM, radiis ſolaribus parallela, cum horizonte infra efficit angulum 42° majorem, ideoque linea DE quæ cum recta EM, efficere debet angulum 42° eſt infra horizontem ita ut radius ED, ſuperficiei terreſtri occurat & ad oculum non pertingat. At ſi altitudo Solis major ſit 42°, minor autem 54°, iridem ſecundariam videre poſſumus, evaneſcente primaria. Porro ex angulorum magnitudine facile colligitur utramque iridem ſitu contrario poſitam eſſe, ut antea monuimus; nempe in iride primaria color rubeus infra, violaceus autem ſupra conſpicietur & contra in iride ſecundaria, & ita alii colores intermedii oppoſitum ordinem ſervabunt. Si tellus eſſet tanquam punctum, vel ſi eſſet adeo parva ut liceret nobis ea videre

dere quæ latent ſub horizonte, utramque iridem primariam ſcilicet & ſecundariam conſpiceremus integram. Recta linea a Sole ad centrum iridis circularis ducta perpendicularis eſſet ad planum iridis & per ſpectatoris oculum tranſiret. Itaque in hac hypotheſi iris nihil eſſet aliud quam corona variis coloribus diſtincta, eaque foret baſis duplicis coni recti quorum unius vertex eſſet Sol, alterius autem oculus ſpectatoris. At iris quam in cælo ſpectamus pars eſt aliqua hujus coronæ quæ eminet ſupra horizontem *loci*; horizon enim in cauſa eſt, ne reliqua pars exiſtat ac proinde ut corona mutila conſpiciatur. Hinc intelligitur quare arcus cæleſtis modo majorem modo minorem circuli portionem referat; illius ſiquidem magnitudo pendet ex parte ſuperficiei conicę ſupra telluris ſuperficiem eminente, dum iridem conſpicimus. Hęc autem portio major eſt vel minor pro majori vel minori lineę EM, ad telluris ſuperficiem obliquitate. Hæc obliquitas creſcit, pro majori Solis altitudine ſupra horizontem, ac proinde decreſcit cæleſtis arcus amplitudo. At ſemicirculo major eſſe non poteſt iridis magnitudo; etenim Sol ſub horizonte latens conſpicuus non eſt, & cæleſtis arcus centrum ſemper eſt in linea EM; ſed Sole exiſtente in ipſo horizonte, prædicta linea terram radit; ergo nunquam ſupra telluris ſuperficiem eminet. Si tamen ſpectator in altiſſimo monte fuerit conſtitutus, tunc linea EM, in qua jacet iridis centrum magis attolleretur ſupra horizontem, ideoque iridis arcus ſemicirculo in hoc caſu major obſervabitur.

Præterea ſi pluvia ſpectatori vicinor ſit, jam minoris amplitudinis erit baſis coni in cujus vertice poſitus eſt oculus, ac proinde arcus tanto minor apparebit & contra. Si pluvia deſinat ex parte dextera, videbitur tantum pars arcus ſiniſtra; ceſſante pluvia ex parte ſiniſtra, ſola pars arcus dextera ſpectabitur; denique ceſſante pluvia intermedia, conſpicua tantum erunt arcus crura. Antequam objectiones proponamus & hanc doctrinam noſtris reſponſionibus confirmemus, prætermittendum non eſt quid per radios *efficaces* intelligunt Phyſici. Conſiderant nempe parallelos Solis radios in guttam aqueam incidentes; ex hoc radiorum faſciculo aliqui in gutta refracti ad idem guttæ punctum concurrunt, poſtea reflexi & iterum refracti e gutta exeunt paralleli. Quoniam radii illi ſunt valde proximi, vi ſatis magna oculum percellunt, ſi ad illum poſſint pertingere, & ideo dicuntur *efficaces*. At radii alii nimis divergentes tanta vi non agunt in oculum ut vividos colores, quales in iride obſervantur, poſſint excitare, & ideo radii illi vocantur *inefficaces*. De radiis efficacibus præclara quidem theoremata cum inſignioribus geometris poſſemus demonſtrare; ſed ex his quæ hactenus explicare licuit ſatis patet concluſionis propoſitæ & Newtonianæ doctrinæ veritas.

Objic. Adverſus 1^am^ partem. Newtonianam doctrinam evertere omnino videntur accuratiſſima experimenta. Si filum diverſis partibus tinctum, duplici colore rubro nempe & cæruleo, inermi oculo contemplemur, omnes fili partes diverſis licet co-

coloribus pictæ *in directum* apparent; quod non contingeret, ſi radii diverſam haberent refrangibilitatem. Præterea ſolertiſſimus naturæ indagator Mariottus in diſtantia pedum circiter 30, colorem violaceum qui majus quam trium linearum ſpatium occupabat, per rimam duarum circiter linearum trajecit & priſmate alio valde obliquo excepit; id autem ſe obſervaſſe profitetur, quandam ſcilicet hujus coloris partem in colorem cæruleum & rubrum fuiſſe mutatam. His poſitis ſic argumentantur. Quidquid de coloribus, ſuis experimentis demonſtratum confidunt Newtoniani ad duas potiſſimum revocatur radiorum proprietates, nempe diverſam illorum refrangibilitatem atque immutabilitatem; atqui utramque proprietatem lumini detrahunt objecta experimenta. Ergo.... Reſp. Neg. Min. Experimenta illa carent ea diligentia & dexteritate, quæ in re ſubtiliſſima ſunt omnino neceſſariæ. Et quidem quod ſpectat primum experimentum, diligentiori manu hoc modo iterandum eſt. Sumatur nempe chartæ plagula, eaque linea tranſverſa ad perpendiculum ab uno latere ad alterum ducta in duas æquales partes media dividatur; harum una colore rubro, altera cæruleo inficiatur. Expedit porro ut colores quibus illinitur charta, largi ſint ac ſaturi. Tum vero plagula ſic infecta ad feneſtræ operculum firmatur, ita ut vivido lumine illuſtrari queat. Si per priſma ſic inſpiciatur charta ut refractione altius attolli videatur, dimidia ejus pars quæ eſt colore cæruleo infecta, altius videbitur attolli

quam quæ rubra. Si autem ita convertatur Priſma ut charta refringendo deſcendere videatur, tum cærulea pars aliquanto inferius quam rubra demitti videbitur. Hoc quidem experimento coloris rubri & violacei diverſa refrangibilitas omnino evincitur. Quod alterum ſpectat experimentum; perfectam colorum ſeparationem in prima refractione deſiderari certiſſimum eſt; nempe cum violaceo colore aliquod aliud peregrinum lumen permixtum fuit quod ſecunda refractione ſeſe prodidit. Et quidem maxima imaginis pars colorem ſuum conſtanter retinuit, & præterea lumen illud quod inexpectatum colorem retulit, unum ex ſeptem primitivis coloribus exhibuit. Hanc eſſe hujus eventus cauſam oſtendit Newtonns dum anno 1716 idem experimentum omni adhibita diligentia iteravit coram Societate Londinenſi, vocatis quoque externis teſtibus plurimis qui experientiæ fidem facerent. Quid autem in capiendis hiſce experimentis obſervari & caveri maxime debeat breviter monebimus.

Immiſſo Solis radio per exiguum rotundumque foramen in cubiculum tenebroſum; intervallo circiter decem duodecimve pedum a feneſtra collocare oportet lentem optimæ notæ qua foraminis imago in charta ultra lentem ſita diſtincte depingatur. Statim ac ex imagine quæ accurate rotunda eſſe debet, agnoſcitur lentem debita poſitione donatam eſſe, proxime poſt lentem priſma interponitur quo lumen trajectum refringatur, vel ſurſum vel in latus. Ut autem imago quæ ex rotunda in oblongam

muta-

mutabitur, nitida ſit & parallelis inter ſe lateribus definita, chartam qua imago excipitur, ultro citroque movere præſtabit, donec charta & priſma juſto inter ſe ſpatio diſtent & rectilinea imaginis latera maxime diſtincta appareant. In capiendo experimento id curandum eſt diligenter ne lumen peregrinum a parietibus reflexum ſeſe imagini oblongæ immiſceat eamque interturbet; quare plurimum proderit cubiculi parietes nigris pannis aut periſtromatis integere. Porro illud omnino prætermittendum non eſt quod plurimis dedit errandi occaſionem; ſi nempe foramen ſit adeo amplum ut radii in priſma incidentes magnam illius faciei partem occupent, jam diverſa colorum fila a ſe invicem non ſatis recedunt, niſi magna ſit chartæ a priſmate diſtantia; in extremis duntaxat columnæ ſolaris limitibus colores videntur ſaturi & puri, violaceus nempe ac rubeus, in medio autem color albus ex colorum omnium permixtione conflatus. Si vero ſenſim removeatur charta, vel imminuto foramine contrahatur imago, in utroque caſu incipiunt apparere prope rubeum flavus, prope violaceum cæruleus, primum quidem dilutiores, deinde magis ſaturi, donec demum viridis in medio exurgat, & omnia colorum fila nitide ſeparentur. Præterea angulus priſmatis ſatis magnus eſſe debet ut nempe ſub magna obliquitate in ſuperficiem refringentem lux incurrat & ita validius refringatur. Etenim ex demonſtratis de angulo incidentiæ & refractionis manifeſtum eſt quid angulus priſ-

matis ad colorum ſeparationem conferat ; atque hinc etiam patet cur in vitris per binas ſuperficies planas parallelas terminatis, licet habeatur refractio, ipſæ tamen colorum diviſio nequaquam fiat oculis conſpicua. Tandem ſi vitra adhibeantur aeris bullulis fœda, vel non ejuſdem homogeneæ denſitatis, minus feliciter ſuccedit experimentum. Si autem obtineri nequeant priſmata quæ hujuſmodi experimentis capiendis idonea ſint, quæ ſcilicet arenæ granulis bulliſque aeris penitus careant, ſatius erit, loco priſmatum, vaſis uti & confractorum ſpeculorum partibus in formam priſmatum, conclusa intus aqua pluvia, compactis, atque, ad augendam refractionem, aquam Saccharo Saturni copioſe imbuere. Si lumen ita ſeparatum, vel mediante convexa lente contrahatur, vel alteri priſmati ſubjiciatur, in utroque caſu invariati omnino manebunt colores.

Inſt. I. Certiſſimum eſt præter ſeptem colores ex unico ſolari radio enatos, infinitam propemodum exiſtere colorum varietatem. Ex ſeptem coloribus primitivis componi poſſunt alii colores innumerabiles; porro ſi exiſtant duntaxat colores ſeptem, jam colores alii quilibet apparentes duntaxat eſſent & meri oculorum errores, quod abſurdum videtur. Ergo &c.... Reſp. N. Conſ. Ex præcedenti objectione hoc unum colligi poteſt, duplex diſtinguendum eſſe colorum genus. Alii nempe colores ſunt *primitivi* & *ſimplices* qui componuntur ex radiis conſtanti refrangibilitatis gradu præditis. Tales ſunt colores ſeptem ex radii ſolaris

laris diviſione, &c, ut ita dicam, *anatome* oriundi. Alii autem colores ſunt *ſecundarii* ex coloribus primitivis permixti. Componi quidem poſſunt colores primigeniis coloribus ſimiles, quoad ipſum coloris *gradum* & *tonum*; non vero quoad ipſam immutabilitatem; quod quidem demonſtrant recenſita priſmatis experimenta. Et reipſa ſi diverſorum colorum pulveres inter ſe miſceantur, colorem alium oculis exhibent. At ſi colorem compoſitum exquiſito microſcopio contemplemur, varias colorum partes facile diſtinguemus.

Inſt. II. Colorum varietatem ex diverſa corporum textura omnino pendere, oſtendunt ſumpta in minimis corporum lamellis experimenta. Si ex ſapone aqua permixto minimæ bullulæ excitentur, ſingulorum colorum radios tranſmittere obſervantur lamellæ illæ ad certos uſque craſſitiei limites; deinde aucta craſſitie radios cæruleos primum reflectunt, deinde virides, flavos & rubeos. Aucta magis craſſitie, radios cæruleos, virides, flavos & rubeos ſed tantiſper permixtos exhibent; tandem radios omnes ita ſimul compoſitos reflectunt ut inde color albus naſcatur. Si tenuiſſimarum lamellarum craſſities creſcant ſecundum progreſſionem numerorum naturalium 1, 2, 3, 4, 5 &c., cæteris paribus, primaque lamella colorem homogeneum reflectat, hunc tranſmittet lamella ſecunda, tertia lamella hunc eundem colorem rurſus reflectet, & ita deinceps; lamellæ ſcilicet quarum craſſities ſunt ut numeri impares 1, 3, 5, 7 &c. eoſdem radios reflectent

 quos

quos tranſmittent lamellæ aliæ, quarum nempe craſſities creſcit in ratione numerorum parium 2, 4, 6, 8 &c. Hinc colorem *primi ordinis* appellant Phyſici colorem homogeneum cujus ſingulos radios lamella aliqua reflectit; at in lamella cujus craſſities eſt triplo minor, color *ordinis ſecundi* dicitur, in lamella autem cujus craſſities eſt quinquies minor, *tertii ordinis* color appellatur. Color primi ordinis eſt omnium vividiſſimus, atque ita ex ordine creſcit colorum intenſitas. Quo minor eſt lamellæ craſſities, cæteris paribus, eo majorem reflectet lucis copiam ad certos uſque limites ultra quos nullam reflectet lucem; at quo major eſt lamellæ craſſities, eo plures reflectuntur colores, atque etiam pro varia oculi poſitione color aliquando variare obſervatur; in aliis autem caſibus permanere. His præmiſſis experimentis, ſic concludere licet. Ex diverſa radiorum refrangibilitate non pendet colorum varietas quæ ad diverſam corporum texturam referenda omnino videtur, atqui &c. Ergo... Reſp. N. Min. Doctrinæ hactenus explicatæ nihil repugnat propoſita objectio; & certe non negamus ex diverſa corporum textura pendere colorum varietatem; ſemper tamen manet diverſa atque intrinſeca radiorum refrangibilitas & reflexibilitas; cum, eadem manente corporis textura, varias refractiones & reflexiones patiantur radii. Hæc, quæ objicitur, colorum reflexio & tranſmiſſio per tenues lamellas *acceſſus facilis reflexionis & facilis tranſmiſſionis* a Nevtono appellatur. Hujus denominationis ratio

tio patet; cum lamellæ lucis radios per vices reflectant atque tranſmittant. Quamvis autem experimenta illa Newtonianam doctrinam non labefactent imo confirment, fatendum tamen eſt illorum explicationem ea munitam non eſſe perſpicuitate quæ rerum phyſicarum æquis æſtimatoribus ſatisfacere, nullamque dubitationem relinquere poſſit. Hæc enim experimenta cum intima lucis corporumque natura conjungi videntur, ac proinde certiorem deſiderant de luminis corporumque natura cognitionem & fortaſse ſemper deſiderabunt; afferemus tamen quod a Newtonianis probabilius creditur. Si duo vitra ſibi invicem apprimantur quæ ſint majoris ſphæræ ſegmenta, aer his duobus vitris comprehenſus tenuiſſimum veluti diſcum efformat cujus eadem non eſt ubique craſſities. In puncto contactus ubi craſſities hæc nulla eſt, macula nigra apparet circa quam obſervantur annuli plurimi diverſis coloribus tincti & annulo albo a ſe invicem ſeparati. Ut autem experimentum illud quod ad rem præſentem pertinet probe intelligatur, de lamellarum corporumque pelluciditate aliquid obſervandum eſt. Tenuiſſimæ quorumlibet corporum lamellæ pelluciditatem demonſtrant, ſi radiis ſolaribus objiciantur, vel microſcopio conſpiciantur. Quotidiana notum eſt experientia pelluciditate ſua privari fluida, ubi in ſpumam abeunt. Spuma autem conſtat aeris bullulis tenuiſſimo liquoris velamine obductis. Igitur dum fluida ſpumeſcunt, in iis propriæ materiæ partes minus voluminis occupant quam meatus iiſdem partibus in-

tercepti atque aere turgentes. Quapropter corpora ex pellucidis opaca fiunt, ſi eorum meatus rariori materia oppleantur.

Hoc ipſum deprehenditur in corporibus ſolidis; ſumatur nempe vitri fruſtum cujus craſſities ſit duorum circiter pollicum, aliaque ſubtiliora fruſta ſibi invicem ſuperimponantur ita ut maſſam efforment ejuſdem ac illud craſſitiei. Si trans fruſtum prius conſpiciatur, itidemque trans maſſam ex duobus aut pluribus vitreis fruſtulis compoſitam, illud hac pellucidius apparebit. Porro hoc unum inter utrumque vitrum diſcrimen occurrit, nempe vitrum ſolitarium nullo aere interrumpitur; at maſſa ex fruſtis compacta aerem intercipit. Si fruſtula vitrea ſibi invicem appoſita glutine aliquo jungantur, ita ut inter ipſa aliquid aquæ irrepere valeat & aggregatum iſtud aquæ immergatur, longe pellucidiora videbuntur fruſtula illa quam dum aer interjacebat. Cum ergo corpora ideo fiant pellucidiora, quod illorum interſtitia occupet materia cujus denſitas ad propriam denſitatem accedit; ea eſt probabiliſſima & fere demonſtrata pelluciditatis cauſa; ſi nempe tenuiſſimæ corporum lamellæ ita ſint inter ſe diſpoſitæ ut in illarum interſtitiis nullæ vel ſaltem pauciſſimæ fiant reflexiones & refractiones, jam corpora erunt pellucida. At ſi lamellarum interſtitia materiam contineant heterogeneam ita ut lucis radii reflexionibus & refractionibus plurimis torqueantur atque debilitentur, corpora fiunt opaca.

Hæc autem experimenta Newtonianam de lamellarum coloribus doctrinam apprime

con-

confirmant. Etenim intelligamus minimas lamellarum particulas lamellaſque ipſas, medio aliquo a ſe invicem eſſe ſeparatas; illius autem medii denſitas ab ipſa lamellarum denſitate magis minuſve differat. Jam vero demonſtratum eſt lucis refractionem & reflexionem pendere ex corporis refringentis & reflectentis vi attractiva, atque ex diverſa radiorum refrangibilitate. Itaque ex his cauſis generatim intelligere licebit varia per tenuiſſimas lamellas colorum phænomena pro varia particularum craſſitie mediique denſitate, & vi refringente; colores nempe pro diverſis conditionibus diverſi aut etiam omnes, & ſæpe nulli reflectentur, vel tranſmittentur. Hæc autem colorum phænomena quæ conſtantiſſima omnino obſervantur, tribui certe non poſſunt fortuitæ alicui cauſæ, quales forent irregularis atque mutabilis partium diſpoſitio, variabiles atque inconſtantes in aere & æthere motus, aut aliæ hujuſmodi conditiones ſine ulla lege. Etenim ſi radii omnes eandem haberent refrangibilitatem, qua ratione explicari poſſet coloris albi in varios colorum annulos diſperſio ſumme regularis? Nunquam certe intelligi poterit cur, cæteris paribus, eo magis vividus atque homogeneus appareat color quo tenuiores ſunt particulæ; cur prædictæ particulæ craſſitiem omnium maximam habeant, ſi corpus fuerit rubrum, & omnium minimam ſi violaceum; cur tandem in quibuſdam corporibus conſtantes ſint colores, in aliis autem pro diverſo oculi ſitu variabiles. At hæc omnia generali ſaltem ratione intelligi poſ-

ſunt, ſi primigenias & immutabiles in radiis admittamus diſpoſitiones, quibus fit ut eoſdem ſemper datos colores producant. Itaque diverſæ colorum mutationes tribui non debent phyſicæ alicui variationi in radiis lucis per refractionem aut reflexionem productæ, ſed diverſæ radiorum permixtioni vel ſeparationi, quæ ob diverſam illorum refrangibilitatem vel reflexibilitatem diverſæ ſunt. Nec difficilius explicatur quare colores aliqui pro vario oculi ſitu mutabiles appareant. Etenim quamvis in pleriſque corporibus lamellarum denſitas ipſam ſuperet medii circumjecti denſitatem, aliquando tamen fit majorem eſſe denſitatem medii, atque in hoc caſu, ob majorem medii vim refringentem, radii oblique incidentes magis recedunt a perpendiculari, ac proinde ob majorem in motu luminis mutationem, pro mutata oculi poſitione, colorem quoque mutari neceſſum eſt. Ea de cauſa repetendum eſt cur Pavonum caudæ nonnullique bombycini panni, & alia corpora plurima, pro diverſo oculi ſitu, diverſum exhibeant colorem.

Ex iiſdem principiis pendent corporum naturalium colores; etenim corporis cujuslibet colorati ſuperficies poteſt conſiderari tanquam compoſita ex lamellis pellucidis quæ certam habent craſſitiem, & medium etiam datæ denſitatis intra poros admittunt. Igitur quæcumque dicta ſunt de minimis lamellis, de ipſis quoque corporum quorumlibet ſuperficiebus intelligi poſſunt; nempe corpora eum demonſtrant colorem cujus radios majori ſaltem copia reflectunt;

vel

vel potius hujus videntur coloris qui ex radiorum reflexorum mixtura componitur. Si vero neque reflectant radios, neque tranſmittant, ſed omnes vel fere omnes abſorbeant, colore nigro inficiuntur. Hæc quidem ſunt quæ generatim oſtendi poſſunt de lamellarum corporumque coloribus; verum pro meris conjecturis atque hypotheſibus haberi debet quidquid de minimarum particularum denſitate & conſtitutione definire audent nonnulli. Et re quidem ipſa Newtonus qui demonſtrationis ſeveritatem in rebus etiam phyſicis ſummo ſtudio quæſivit, ex corporum naturalium coloribus particularum componentium craſſitiem probabiliter tantum inveſtigandam proponit. Et certe corporum particulas tenueſque lamellas, eadem manente denſitate, eoſdem exhibere colores mera eſt conjectura.

Sed quidquid ſit, certum omnino eſt colores in corporibus non eſſe. Si exſcindantur aliquæ taleolæ ex ligno *Nephritico* quod cærulei coloris eſt, eiſque in vaſe affundatur aqua putealis pura ac limpida, extrahetur color qui ſingularis omnino indolis eſſe videbitur. Oculo inter feneſtram & poculum poſito color apparet intenſe cæruleus minimeque perſpicuus; tinctura autem inter poculum & feneſtram collocata perſpicuus & ruber color pulchre ſplendet, dummodo tinctura ſit ſatis craſſa ut colorem præſeferat valde ſaturum; ſed ſi tenuior fuerit atque dilutior, colorem cæruleum ſaturum conſpiciemus. Si eadem tinctura ſolaribus radiis illuſtretur, cæruleus ejus color vividior evadit; & in viridem de-

competat. Id autem experimento rurſus confirmatur. Nephritica tinctura ex illa etiam parte quæ a lumine averſa eſt, cærulei coloris apparet; at ſi aliquot olei vitrioli, vel etiam ſpiritus vitrioli, vel denique aquæ fortis guttulæ, tinctutæ affundantur, cæruleus color ſtatim evaneſcit & aureum colorem tinctura acquirit quem ſive per radios reflexos ſive per tranſmiſſos viſa conſtanter refert. Notum eſt tria fluida memorata *corroſiva* eſſe; unde partes ligni nephritici quæ aquæ colorem impertiunt, in alias multo minores particulas frangere valebunt, ſi tincturæ inſtillentur. Hac diviſione fit ut figuram aliam aliamque magnitudinem aſſequantur, ideoque per aquæ interſtitia ſeſe vario ordine diſtribuant. Quapropter manifeſtum evadit vim refringendi luminis una cum colore in fluido immutari, dum ejus particulæ diverſa magnitudine, figura ac poſitione donantur. Innumera ſuppetunt hujuſmodi experimenta quæ non ſolum confirmant doctrinam Newtonianam, verum etiam in arte pictoria & tinctoria utilitatis maximæ eſſe poſſunt; qua de re legi debet Boerrhavii Chemia. Sed utilitates illas perſequi non ſinit præſcripta brevitas.

Inſt. III. Diverſa radiorum refrangibilitas tribuenda eſſet vel diverſæ radiorum maſſæ, vel diverſæ illorum velocitati; utrumque autem caret veriſimilitudine. Re quidem vera, ſi radiis rubris major affingatur maſſa, jam vis refringens minus in illos agit & inde intelligi poſſe videtur cur radii rubri minus refringantur. Simili ratione,

ne, ſi minorem maſſam habeant radii violacei, magis cedere debent vi refringenti, ideoque ſunt magis refrangibiles. Hæc quidem ita ſe habere ſibi quis perſuadere poſſet, ſed facilius. Etenim corpus quantumvis magnum vel exiguum, eadem velocitate projectum eandem parabolam deſcribit, ut notum eſt ex demonſtratis in phyſica generali. Ergo a pari nullam diverſam refrangibilitatem inducere debet diverſa radiorum maſſa, quæ quidem minima omnino eſt & fere infinite parva, ſi conferatur cum medio refringente. Supereſt igitur ut diverſa refrangibilitas in diverſam radiorum velocitatem referatur. Verum hæc hypotheſis graviſſima & inſuperabili premitur difficultate. Etenim in eclipſibus ubi planeta emergit ex umbra, radii quorum velocitas major eſt, primum apparerent, nempe rubri & tardius omnium violacei; tandem permixtis radiis ſeſe conſpicuum præberet color albus; quod repugnat phænomenis. His poſitis ſic concluditur: admittenda non eſt illa diverſa refrangibilitas quæ nulla hypotheſi poteſt explicari, atqui &c. Ergo ... Reſ. N. Maj. & Min. Ubi factum aliquod certiſſime conſtat, non ideo negandum eſt quia nos latet facti ratio; neque eos imitari volumus audaciores viros, philoſophorum nomine plane indignos, qui omnia explicare tentant & quos pudet in difficilioribus etiam quæſtionibus ſuam, ſilentio ſaltem, fateri ignorantiam. Verum quod ſpectat refrangibilitatis cauſam, eam tribui aperte non repugnat diverſæ radiorum maſſæ & naturæ, ita ut diverſa evadat attractio ac proinde

& re-

& refractio; ſed diverſam refrangibilitatem diverſæ radiorum velocitati tribuendam eſſe longe probabilius eſt; illi enim radii qui majorem habent velocitatem magis reſiſtunt vi refringenti, & contra facilius cedunt qui minori donantur velocitate. Nec valet propoſita difficultas de colorum ſeparatione in eclipſibus minime conſpicua. Etenim cum planeta obſervari non poſſit, niſi pars ejus aliqua ex umbra emerſerit, fieri poteſt ut tempore quo pars illa ex umbra emerſit, radii omnes ad oculum jam pervenerint. Ex data radiorum refrangibilitate, velocitatum rationem in hac hypotheſi determinant Geometræ, atque velocitatis differentiam in radiis rubris & violaceis inveniunt $\frac{1}{44}$ circiter, quæ differentia ſi transferatur ad Satellitum Jovialium eclipſes, ad minuti unius intervallum reducitur inter radiorum & violaceorum appulſus ad oculos, jam vero conferamus temporis differentiam quæ ex ipſa organi conſtitutione inter duos obſervatores oritur, manifeſtum erit fieri omnino poſſe ut ſatelles non fiat conſpicuus niſi poſt radiorum omnium appulſum ad oculos. Præterea unico temporis puncto hæc colorum ſeparatio permanet, radiique minus refrangibiles ita citiſſime cum aliis proxime magis refrangibilibus miſcentur, ut acutiſſimo quidem oculo diſcerni non poſſint colores ſeparati. Quæ cum ita ſint, patet diverſæ radiorum refrangibilitati ſatisfacere poſſe diverſam eorumdem velocitatem; neque repugnat radios inter ſe differre, tum maſſa, tum velocitate.

Ad

Ad præſentem doctrinam pertinent difficillima cryſtalli islandicæ phænomena. Eſt cryſtallus islandica lapis pellucidus & fiſſilis, figuram habet certam & conſtantem, quæ eſt fere parallelopipedi obliqui, lateribus ſex parallelogrammis & octo angulis ſolidis terminati. Porro illud eſt in cryſtallo islandica mirabile, quod radius quilibet in hanc cryſtallum incidens duplicem patiatur refractionem: Si enim hujus lapidis fruſtum libro typis impreſſo imponatur, litteræ ſingulæ trans cryſtallum iſtam, gemina refractione, videntur binæ. Præterea ſi luminis radius in quamlibet cryſtalli islandicæ ſuperficiem incidat, vel ad perpendiculum vel ſub quovis angulo obliquo; confeſtim is dividetur per geminam hujuſmodi refractionem in duos radios, quorum quidem radiorum uterque retinet colorem radii incidentis. Duarum autem iſtarum refractionum altera eo modo efficitur quo ex uſitatis legibus fieri debet: nimirum ſinus incidentiæ ex aere in cryſtallum eam habet rationem ad ſinum refractionis quam habet numerus 5 ad numerum 3. Altera vero refractio quæ *inuſitata* appellatur, lege prorſus diverſa efficitur. Planum in quo jacent radius perpendiculariter incidens & radius lege inuſitata ab eo diviſus, *planum refractionis perpendicularis* appellatur a Newtono. Has eaſdem leges ſervant radii ubi ex cryſtallo emergunt; radius nempe qui in prima ſuperficie refractionem *uſitatam* vel *inuſitatam* ſubiit; per alteram ſuperficiem uſitata quoque vel inuſitata lege refringitur, ſic tamen ut radius incidens & uterque radius

dius emergens ſint paralleli inter ſe. Si duo cryſtalli fruſta ſibi ſuperimponantur, ita ut utriuſque cryſtalli ſuperficies ſint accurate parallelæ, radii lege uſitata vel inuſitata per primam ſuperficiem refracti, eadem quoque uſitata vel inuſitata lege per alteram ſuperficiem refringentur; atque eadem contingunt phænomena, quæcumque ſit mutua ſuperficierum inclinatio, dummodo refractionum perpendicularium plana ſint accurate parallela.

Ex his experimentis concludit Nevvtonus congenitam quandam eſſe in radiis luminis differentiam, qua ſit ut in prædicto experimento radii perpetuo refringantur ratione uſitata; alii autem perpetuo ratione inuſitata. Etenim ſi differentia iſta non eſſet congenita, ſed oriretur ex novis *modificationibus*; ea quæ imprimeretur radiis modificatio in prima refractione, utique in tribus ſequentibus modificationibus, aliis nempe refractionibus, immutaretur; quæ cum nihil variet, ſed eadem perpetuo maneat, patet inuſitatam refractionem pendere ex congenita quadam radiorum proprietate. Itaque cenſet vel potius conjectatur Nevvtonus radiorum luminis diverſa eſſe latera diverſis proprietatibus prædita, prout ad cryſtalli latera diverſimode convertuntur. Id exinde colligit, quod ſi planum perpendicularis refractionis ſecundæ cryſtalli poſitum ſit ad angulos rectos cum plano perpendicularis refractionis primæ cryſtalli, radii qui in tranſitu primæ cryſtalli refringebantur ratione inuſitata, iidem omnes in tranſitu ſecundæ refringantur ratio-

ne

ne inuſitata. Inde autem infert, non eſſe duos radios inter ſe natura differentes quorum alii perpetuo & in omni poſitione refringantur ratione uſitata, alii autem ſemper & in omni poſitione refringantur ratione inuſitata. In hoc enim experimento unus idemque radius refringitur nunc ratione uſitata, nunc vero ratione inuſitata, prout ejus latera uno vel alio modo ad cryſtalli latera ſunt converſa. Sed hæ meræ ſunt conjecturæ; diverſam radiorum refrangibilitatem demonſtraſſe ſatis ſit; quia vero ſecunda quæſtionis pars de iride, ex prima omnino pendet, nihil eſt quod adverſus partem alteram amplius objiciatur.

Nec tamen ab inſtituto noſtro alienum erit, ſi, hic data occaſione, interpretemur verſiculum 13, cap. 9, Geneſeos ubi Deus arcum cœleſtem in nubibus tanquam fœderis ſignum ſe ponere ſignificat: *Arcum meum ponam in nubibus & erit ſignum fœderis inter me & inter terram*; variæ afferri ſolent horum verborum interpretationes; alii exiſtimant arcum cœleſtem diluvio antiquiorem non eſſe & vim refringentem aquæ, digito Dei fuiſſe ſuſpenſam; putant alii ante diluvium nihil pluiſſe; ex præcedentibus demonſtrationibus colligere etiam poſſent interpretes in certis duntaxat circumſtantiis pluviam cecidiſſe; ut enim conſpicuus ſit arcus cæleſtis, neceſſariæ ſunt certæ conditiones. At probabilius ſentiunt qui immenſum divinæ omnipotentiæ ſpatium curioſius ſcrutari non præſumentes, Sacræ Scripturæ verba ita explicant ut arcus cœleſtis pluviæ ſignum na-

naturale, fœderis ſignum ſupernaturale & divinæ bonitatis teſtimonium a Deo fuerit inſtitutus; ita Geneſ. cap. 31, lapides qui nullum ſpeciale ſignum repræſentant, fœderis teſtimonium fiunt inter Jacob & Laban: *Tulit itaque Jacob lapidem & erexit illum in titulum.*

A P P E N D I X.

De quibuſdam capitis præcedentis utilitatibus.

TEleſcopiorum utilitatem nemo ignorat, cum objecta longius remota diſtincte nobis exhibeant, iiſque proinde tota innitatur aſtronomia. *Teleſcopium aſtronomicum* eſt hujuſmodi. Conſtat ex lente PQ oculo proxima quæ ideo *ocularis* appellatur (Fig. 22.); hæc autem vel utrinque convexa eſt vel ex una tantum parte. Ita vero poſita eſt lens illa ut illius focus o, cum foco vitri MN concurrat: illud autem vitrum vocatur *objectivum*; ſed focus ille communis inter utrumque vitrum occurrit. Ex hac conſtructione evidens fit radios ex puncto aliquo O, objecti remotiſſimi OB, emanantes per vitrum objectivum refractos, ſeſe interſecando convenire in foco ibique imaginem o puncti O, exarare. Porro radii ex puncto remotiſſimo exeuntes ut AD, tanquam paralleli conſiderantur, & prætetea punctum O, locatum fingitur in recta per vitrorum centra tranſeunte quæ ideo teleſcopii *axis* appellatur. His poſitis, jam imago puncti O, conſiderari poteſt tanquam objectum in foco ocularis PQ, collocatum, ac proinde radii qui objectum illud repræſen-

ſentant in lentem ocularem incidentes; paralleli deinde debent emergere, atque eo denſiores ſunt radii illi quo minor eſt foci diſtantia in vitro oculari quam in objectivo. Quare radii illi eo vividiorem in oculo pingere debent imaginem quo major erit vitri objectivi ſuperficies, pro majori ſcilicet radiorum admiſſorum copia. Manifeſtum etiam eſt in qualibet a vitro oculari diſtantia, dummodo tamen oculus in radiorum parallelorum ex oculari emergentium directione ſit conſtitutus, eadem perſpicuitate ſeſe conſpicuam præbere objecti imaginem, quam radiorum faſciculus formavit in objectivi & ocularis foco communi. Præterea radii paralleli ex objecti OB, extremitate B, emanantes, ejuſdem puncti imaginem formare debent in b, prope focum o, deinde per lentem ocularem refracti exire debent paralleli, ſed eo magis ad axem AF inclinati quo major eſt ocularis curvatura, ita ut radiorum illorum faſciculus communi vitrorum axi in foco ocularis F, occurrat. Quare ut totam objecti imaginem *ob*, oculus videre poſſit, ipſum locari neceſſum eſt in puncto F, in communi nempe interſectione faſciculorum omnium quos formant radii ex ſingulis imaginis *ob*, vel objecti OB, punctis emanantes. Ex his patet objecti OB, imaginem in ſitu inverſo apparere; cum illius imago *ob*, trans lentem ocularem viſa poſitionem habeat ipſius objecti poſitioni oppoſitam, nempe extremitas b videtur per radios in parte ſuperiori ab axe recedentes; punctum autem B, per radios ab axe aberrantes in

par-

parte inferiori. Itaque teleſcopii *campus*, ut vocant, ſive ſpatium totum quod oculus debito loco poſitus videre poteſt, maxime pendet ex magnitudine ſpatii totius verſus ob; cum oculus in puncto F conſtitutus videre poſſit ſingula puncta quorum imago eſt in foco vel prope focum lentis ocularis. Præterea ſi objectum magis ac magis ad objectivum accedat, magis ab eo recedit imago, ac proinde augeri debet diſtantia lentis ocularis ut nempe imago ſemper in foco maneat. Igitur pro majori vel minori objectorum diſtantia, ipſam quoque vitrorum diſtantiam mutari oportet. Simili ratione ſi myopum vitio laboret qui teleſcopio utitur, minuere debet objectivi & ocularis diſtantiam; nempe ocularis verſus imaginem ob, promoveri debet ut, eadem imagine inter ocularem illiuſque focum conſtituta, radii in hoc vitrum incidentes exeant divergentes.

In teleſcopio aſtronomico, objecta ſitu inverſo apparent; verum additis duabus aliis lentibus quæ etiam *oculares* dicuntur, imagini ſitus rectus reſtituitur & teleſcopium rebus terreſtribus contemplandis accommodatur. Lentes quatuor communem habent axem illarumque foci hinc & inde *reſpective* concurrunt. Jam radii ex puncto valde remoto quod in teleſcopii axe locatum fingitur, emanantes, per vitrum objectivum refracti ſeſe interſecant, & in foco, ut jam diximus, puncti imaginem delineant, hinc in alteram lentem ocularem incidentes exeunt paralleli, deinde in alteram ocularem incidunt & ex ea

emer-

emergunt ad focum convergentes ibique alteram efformant puncti imaginem; tandem in ultimam ocularem incidentes exeunt deinde paralleli ac proinde in oculo vividam repræſentant objecti imaginem. Quod autem diximus de objecti puncto aliquo idem intelligi poteſt de puncto quolibet alio. Porro ex radiorum directione patet objecti imaginem rectam eſſe, ſeu eandem ac ipſum objectum poſitionem habere. Hæc omnia manifeſta ſunt ex demonſtratis art. 3.

Eadem omnino ratione explicatur microſcopiorum vis. Sit MN, lens utrinque convexa (Fig. 23.) & eo ſitu poſitum ſit objectem OB, ut lentis focus coincidat cum puncto O, radii ex hoc puncto emanantes & per lentem refracti deinde emergunt paralleli, ac proinde puncti O, imaginem vividam exhibent. Punctum B, ejuſdem objecti ita eſt axi proximum ut in foco locatum fingi poſſit, ac proinde emittit quoque radios phyſice parallelos, ſed ad ipſum axem eo magis inclinatos quo minor eſt foci diſtantia. Quare ſi oculus ſit in puncto o, axis per quem tranſit radius *principalis* BC, objectum OB, diſtincte videbitur ſub angulo BoO. Jam ponamus objecta clare non diſtingui, niſi ab oculo diſtent intervallo 7 vel 8 pollicum; & oω hanc diſtantiam repræſentet, vis imaginandi fingere ſibi non poterit objectum oculo ita proximum eſſe quale trans lentem apparet; ſed objectum illud in ω poſitum judicabitur, atque ita augebitur illius magnitudo in ratione oω ad oO. Quare magnitudo apparens objectorum quæ trans lentem obſervantur, pendet quoque

que ex ipſa oculi conformatione. Parantur etiam microſcopia ex minimis vitreis globulis; etenim in formula jam demonſtrata

$$x = \frac{6drR + 4eR - 2deR}{3dR - 6rR - de + 3dr + 2er},$$

fiat $e = 2r$, $r = R$ & $d = \infty$, habebitur $x = \frac{1}{2} r$, ac proinde ſi objectum in axe ſphæræ collocatum fuerit ita ut quarta diſtet diametri parte, jam radii lucis per ſphæram refracti emergent paralleli; quare objectum illud diſtincte videbitur, atque eo majus quo proximius erit oculo, ac proinde quo minor erit ſphæræ diameter. Alia etiam ſunt microſcopia ex duabus lentibus convexis compoſita, quarum lens objectiva MN (Fig. 24.) proximiorem habet focum; paululum ultra lentem illam conſtituitur objectum OB, ut illius imago *ob*, magis diſtet ideoque & magis augeatur, deinde unius ocularis focus in loco hujus imaginis collocatur ut diſtincte videatur. Ex hac conſtructione patet diſtantiam imaginis a lente objectiva multum variare, mutata etiam tantiſper objecti OB, diſtantia. Præterea eo majus apparet objectum quo magis diſtat illius imago *ob*, ab objectivo MN. Tandem magnitudo apparens objecti mutatur pro majori illius ab objectivo diſtantia, cum imago *ob*, ad objectivum accedat ſimulque decreſcat.

Ex principiis antea demonſtratis æſtimari poteſt objectorum amplificatio, teleſcopiorum & microſcopiorum ope. Extremitas B objecti (Fig. 22.) videtur per radiorum

parallelorum Fc, faſciculum, atque extremitas O, per faſciculum oK, ac proinde teleſcopii ope objectum videtur ſub angulo cFK, quem comprehendunt radiorum faſciculi; quia vero imago *ob*, eſt in foco lentis ocularis PQ, radii ex puncto b, emanantes & in ocularem incidentes, emergere debent radio principali bK, paralleli; quare angulus cFK = bKo. Quia autem radius BD, ſine ulla refractione tranſit per vitrum MN, oculus in D, conſtitutus & nullo teleſcopio adjutus objectum conſpiceret ſub angulo ODB, vel æquali bDo, ideoque angulus ſub quo videtur objectum teleſcopii ope eſt ad angulum ſub quo videtur oculo inermi, ut angulus bKo ad angulum bDo. Sed in triangulis rectangulis bKo, bDo, ſumpto *bo* pro radio, erit oK, cotangens anguli bKo, & oD cotangens anguli bDo. Quare cotangentes illæ ſunt ut oK, oD; ac proinde tangentes angulorum bKo, bDo ſunt ut oD ad oK. Quare cum apparentes objectorum magnitudines maxime pendeant ex angulis ſub quibus eorum ſemidiametri videntur, erit diameter objecti teleſcopio viſi ad diametrum ejuſdem objecti viſi oculo nudo, ut diſtantia foci in lente objectiva ad foci diſtantiam in lente oculari. Hinc patet ad objectorum amplificationem id maxime conferre, ut lentis objectivæ focus majori donatus ſit diſtantia; contra autem minori focus lentis ocularis. Præterea, ſi eadem ſervata in teleſcopio lentis objectivæ apertura, diverſæ lentes oculares per vices adhibeantur, eo obſcurius apparet idem objectum quo brevior eſt len-

lentis ocularis focus. Etenim faſciculi radiorum parallelorum qui in oculo ſeſe interſecant, conum veluti quemdam efformant cujus baſis eſt in lente oculari, vertex autem in oculo. Porro angulus ad verticem eo major eſt quo brevior eſt lentis ocularis focus, ac proinde radii lucis magis minúſve diſperſi oculum ſubeunt, ideoque objecti imago licet major, minus tamen vivida eſt. Quia vero eadem manente lentis objectivæ apertura, ideoque & eadem lucis copia, obſcuritas eo major eſt quo minor fit lucis denſitas, evidens eſt obſcuritatem imaginis eo majorem eſſe quo major eſt imaginis area, ac proinde obſcuritas eſt in ratione duplicata diametrorum apparentium. Sed (ex dem.) diameter objecti teleſcopio viſi eſt ad diametrum ejuſdem objecti viſi oculo inermi ut diſtantia foci in lente objectiva ad foci diſtantiam in lente oculari; ergo eadem manente lente objectiva, obſcuritas imaginum eſt in ratione duplicata inverſa diſtantiæ foci in lente oculari. Manifeſtum autem eſt hanc demonſtrationem valere etiam in microſcopiis compoſitis.

In præcedentibus demonſtrationibus, ſuperficiei refringentis vel reflectentis focum tanquam unicum punctum conſideravimus; ponitur enim ſuperficiei partem quæ eſt inter axem ſphæricitatis per objectum tranſeuntem & inter punctum quodlibet incidentiæ, donatam eſſe curvatura phyſice nulla. In hac hypotheſi, ſinguli radii ex eodem objecti puncto emanantes poſt reflexionem vel refractionem in unico puncto ſeſe

interſecant. At hypotheſis illa non poteſt eſſe accurata geometrice; nullum enim eſt punctum unicum in quo radiorum ſingulorum interſectio fiat; quare focus ſeu vera objecti imago ille eſt locus in quo plurium radiorum fit interſectio: Sed eo plura ſunt aliarum interſectionum puncta quo major eſt in ſuperficie reflectente vel refringente graduum numerus. Jam vero quia quodlibet interſectionum punctum eſt locus imaginis, quæ eo magis vivida eſt quo major eſt radiorum ſeſe interſecantium numerus, hinc patet diverſis imaginibus illis maxime turbari veræ imaginis repræſentationem. Huic autem teleſcopiorum imperfectioni remedium afferri ſolet, ſi lentis objectivæ ſuperficiei quæ verſus objectum convertitur, minor apertura concedatur. Præterea foco adhiberi ſolet ſuperficies nigra, plana & opaca, foramine rotundo pertuſa, quæ *diaphragma* appellatur; hujus enim diaphragmatis margines radios ſuperfluos abſorbent. Tandem ſuperficies interna tubi nigro colore tingitur, ita ut radii longius ab axe recedentes cohibeantur; alioquin radii illi nimia obliquitate incidentes in ipſo tubo reflexi, ipſam imaginem vel lentem ocularem trajicere poſſent, viſionemque confuſam efficere. Doctiſſimi quidem Geometrę ſuperficiei refringentis & reflectentis talem determinarunt curvaturam ita ut radii ſinguli ex eodem objecti puncto emanantes in unum concurrerent punctum: At præter difficilem talium curvarum conſtructionem, huic teleſcopiorum perfectioni obſtat quoque diverſa radiorum refrangibilitas; nam

ex

ex demonſtratis de diverſa radiorum refrangibilitate evidens eſt puncti alicujus imaginem ex diverſis punctis coloratis eſſe compoſitam pro diverſo refrangibilitatis gradu. Sed dum hæc ſcribo, a doctiſſimo amiciſſimoque viro D. Clairaut litteris ad me datis accipio, in anglia a peritiſſimo viro D. Dollond compoſitum fuiſſe objectivum ex duabus lentibus quarum materia diverſam habet vim refractivam ita ut ſeſe mutuo corrigant aberrationes ex diverſa radiorum refrangibilitate oriundæ. Quia vero in hac correctione ſupereſt aliud vitium ex lentium ſphæricitate oriundum & quidem non exiguum; adhibentur enim ſphæræ minoris diametri pro eadem apertura, hanc aliam imperfectionis partem emendavit vir non ſatis laudandus D. Clairaut, atque ſubtiliſſimo calculo ſphærarum illarum dimenſiones ita combinavit, ut illæ duæ aberrationes ſeſe mutuo compenſarent ſimulque evaneſcerent. Sed hæc hiſtorice dicta ſint, ut doctrinæ utilitatem intelligatis. Alias teleſcopiorum ſpecies omittimus, duas tantum quæ frequentius atque utilius uſurpantur vobis explicaſſe ſatis ſit. Cæterum ex demonſtratis patet cur teleſcopium duobus tantum vitris inſtructum adhibere ſoleant aſtronomi. Etenim teleſcopium illud brevius eſt ac proinde commodius. Præterea minor eſt luminis jactura, cum radii duo tantum vitra trajiciant. Tandem teleſcopium aſtronomicum majorem campum admittit & brevioris foci lentem ocularem patitur, eamque ob cauſam objecta magis amplificat.

CAPUT II.

De igne.

DE *ignis* natura præcipuiſque characteribus obſcuriſſima quæſtio eſt; nec mirum quod in tanta rerum difficultate vix aliquid definire audeant accuratiores Phyſici. Nos autem illorum diligentiam imitati, varia referemus ignis phænomena, & pauca quæ ex his certo colligi poſſunt attingemus; de calore deinde & frigore aliqua explicabimus.

ARTICULUS I.

De ignis proprietatibus præcipuis.

I. QUatuor præcipuos *ignis* characteres recenſent Phyſici, lucem ſcilicet, rarefactionem, calorem, inteſtinumque motum. Ignem ex ipſa lucis præſentia demonſtrari ajunt, etiamſi abſit calor omnis, qui ſenſus noſtros afficere poſſit; quod ut oſtendant utuntur exemplo Lunæ cujus radii in ſpeculi uſtorii foco collecti, plurimum lucis, nihil autem caloris præbent. Verum lucem hanc ignem eſſe non ita certum eſt ut in dubium vocari non poſſit; neque enim demonſtratum eſt materiam hanc quæ lucem producit, eam ipſam eſſe qua calor excitatur. Requidem ipſa lux lunaris emanat a Sole cujus lumen cum calore conjunctum eſt; verum id probandum ſupereſt, Solis lucem & calorem ex eodem principio eadem-

que

que materia originem habere. Præterea ponamus inter Lunæ Soliſque lumen hoc unum eſſe diſcrimen, quod nempe lux lunaris debiliori motu producta, ad calorem excitandum ſatis non ſit; id ſaltem reponi poſſet lucem lunarem verum & proprie dictum ignem non eſſe, cum eo careat motu qui ad ignis naturam neceſſarius omnino eſt.

Quod rarefactionem ſpectat, corpora omnia, pauciſſimis exceptis, in omnem dimenſionem ad certos uſque limites vi ignis expanduntur. Neque refert dura, mollia, an ſicda ſint, levia an magis ponderoſa. Id autem extra omnem dubitationem poſitum eſt, corpora fluida majorem rarefactionem pati ab igne quam dura; dilatantur tamen corpora duriſſima, imo vehementiori igne ſolvuntur & liquefiunt; at ceſſante ignis actione contrahuntur. Ex hac ignis proprietate fit ut tempore æſtivo dilatationem, hyberno autem tempore contractionem patiantur corpora. Sunt tamen corpora nonnulla quæ igne rigeſcunt & indurantur, qualia ſunt ligna, oſſa, lutum, creta, aliaque ejuſmodi.

Ignem definiebant peripatetici: *elementum calidum ſiccum*: qua quidem definitione nihil edocemur de ignis natura; maxima enim ſupereſt difficultas in explicanda caloris cauſa. Præterea licet calor & ignis arctiſſimo inter ſe vinculo cohærere ſoleant, nullum tamen ſatis tutum de igne ferri poteſt judicium ex calore quem perſentimus. Etenim calor eſt qualitas *relativa* quæ ex incerto & mutabili ſenſuum teſtimonio æſtimatur; ſi manus noſtræ gelu ri-

geſcant, quod tepet, fervere videtur; ſi vero nimis incaleſcant, quod tepet experimur frigidiſſimum. Notum eſt in ſpecubus & cryptis ſubterraneis eandem fere temperiem omnibus anni tempeſtatibus ſervari, thermometro judice. Sed compertum quoque eſt hujuſmodi ſpecus valde frigidos a nobis perſentiri tempore æſtatis, valde autem calidos tempore hyemis. Hæc omnia aliaque multa quæ brevitatis ſtudio prætermittimus, manifeſte oſtendunt nihil certi de ignis præſentia pronuntiari poſſe ex ipſo caloris ſenſu quem experiuntur homines.

Alii Phyſici exiſtimant ignem ex corpuſculis tenuiſſimis, rotundis, maxime mobilibus componi, quæ cum maxima ac fere infinita celeritate moveantur & in ſingulas partes velociſſime abripiantur: non ſolum obvia corpora pervadere, agitare & comminuere poſſunt, ſed etiam in nervorum fibrillis quas celeri vibratione percellunt, lucis & caloris ſenſum imprimere valeant. Ab ejuſmodi ſententia quam ex Epicuro inſtauravit Gaſſendus non multum differre videtur hypotheſis Carteſii; qui primum elementum, tenuiſſimum nempe pulverem, rapido perennique motu agitari arbitratur; ubi vero corporum omnium poros pervadens craſſiores tertii elementi particulas reperit, celerrime illas agitat, contorquet, impellit, quo motu particulis etiam ſecundi elementi quæ rotundæ ac mobiliores ſunt, communicato, iſtæ ſplendorem & calorem in corporibus noſtriſque ſenſibus excitant. Non omnes tamen tertii elementi particulas igni exci-

tan-

tando vel generando aptas exiſtimant recentiores Carteſiani, ſed illas ſolum quæ *nitroſa*, *ſulphurea* & *oleaginoſa* ſunt. Compertum eſt enim non ex omnibus tertii elementi particulis etiam celerrime agitatis, ſplendorem aut calorem aut ignem excitari poſſe; ſed aliqua determinata ſubſtantia requiritur quæ *combuſtibilis* & *inflammabilis* dici ſolet.

II. Inter tantas opinantium & diſſidentium Philoſophorum ambages, nihil eſt quod ſeverioribus Phyſicis ſatisfacere poſſit. Hinc factum eſt ut Academia Pariſienſis an. 1738 inveſtigandam propoſuerit ignis naturam, ſtatuto, de more, præmio, quod, pro parte ſua, reportavit doctiſſimus Eulerus. Carteſianam hypotheſim amplificavit vir clariſs. & magno rationum pondere roboravit. Inter varia ignis phænomena illud potiſſimum ſeligit explicandum, quo nempe fit ut ignis propagetur, ſeu aliis corporibus communicetur eaque incendat. Cum autem præcipuus phænomeni nodus in hoc verſetur, quod ignis maximam producat motus quantitatem ſine ulla proprii motus jactura, is inveniendus eſt alicujus materiæ ſtatus in quo vis minima ingentem virium motuſque quantitatem generare valeat. Hunc autem perniciosiſſimum ignis effectum in pulvere pyrio primum conſiderabimus; eadem enim vis exigua quæ unicum pulviſculum valet incendere, ad explodendam quoque ingentem pulveris copiam potentiſſima eſt. Inter Phyſicos ſatis jam conſtat in pulvere pyrio latere aerem aliudve fluidum elaſticum vehementer compreſſum;

quod, ruptis comprimentibus particulis permiſſoque exitu, ingenti vi ſeſe expandat. Hinc manifeſtum eſt vim illam qua ignis expanditur ac multiplicatur, a propria vi pulveris pyrii diſtinguendam eſſe & prorſus ſeparandam. Etenim in pulveris pyrii exploſione, ignis hoc unum præſtare videtur, aeris nempe vel fluidi compreſſi repagula ſeu clauſtra recludit. Porro primariis naturæ legibus repugnat omnino ut vis minima ingentem effectum producat; ubi autem tales effectus obſervantur, vires producentes in ipſa materia latere neceſſum eſt. Hæc autem vis nulla alia, præter vim elaſticam, obtineri poteſt, niſi ad qualitates occultas ex Phyſica funditus exterminandas confugere velimus. Quæ cum ita ſint, jam concipere licet materiam aliquam ſubtiliſſimam & eximie elaſticam ad ignis effectus producendos aptiſſimam quæ materia *ignea* vocabitur. Quamobrem materiam *combuſtibilem* eam appellabimus quæ multas materiæ particulas continet, ac proinde & eo magis *combuſtibilis* erit materia aliqua quo plures ſub eodem volumine continebit hujuſmodi particulas. At præter particulas illas conſideranda etiam eſt ipſa corporis materia, quæ viribus effringentibus magis vel minus reſiſtat, ita ut ab hac conditione plurimum etiam pendeat *combuſtibilitatis* differentia. Itaque ignis excitabitur, ſi vel unica particula compreſſam detinens igneam materiam, effringatur; ſubito enim plures particulas ſimul recludi oportebit, erumpetque magno impetu materia ignea atque tandiu explodetur, donec nul-

nullæ ſuperſint quæ diſrumpi valeant particulæ. Hæc igitur materiæ ſubtilis & elaſticæ exploſio eſt id quod *ignis* vocatur. Inter vires quæ ignem excitare valent referendæ ſunt illæ omnes quæ particulas ignea materia refertas frangere valent, inter quas primum locum tenet ipſe ignis; atque hinc intelligitur vis qua ignis ſeſe extendit & longe lateque propagat. Ex hac doctrina concludit vir ſummus Eulerus ea tantum corpora ad ignem concipiendum apta eſſe quæ particulas igneas exploſioni obnoxias continent. At ſi corpora igneam contineant materiam quæ magna ſatis copia explodi non poſſit, jam particulæ illæ in reliquas partes circumjectas vim aliquam exerere quidem poterunt; atque hinc orietur calor duntaxat qui proinde eſt minimarum particularum motus ſine exploſione; cum in igne motus ſit cum exploſione conjunctus.

Hinc reddi poteſt ratio cur ignis, injecta non combuſtibili materia, aliquando extinguatur. Talis enim materia igneas ardentis corporis particulas obducit, ſeſeque iis immiſcet; quo ſit ut vis exploſionis in hanc materiam exerceatur in eaque tota conſumatur, atque ideo reliquæ igneæ particulæ vim exploſionis minus ſentiant. Quare circa materiam igni injectam, id notandum eſt an cum materia ardente miſceri eique adhærere queat. Si enim materia adjecta corpus ardens ingredi eique intrudi non poſſit, ignem extinguere non valet. Ita videmus, aſperſa aqua, oleum accenſum non extingui, niſi omnino aqua opprimatur; cujus rei ratio eſt, quod oleum nul-

lam cum aqua mixtionem patiatur. Præterea ſi materia non combuſtibilis, cæteris paribus, fuerit denſior, eo promptius ignem ſuffocabit; in hac enim denſiori materia vis exploſionis celerius conſumitur. Hanc ob rem, aer licet combuſtionis incapax, tamen propter raritatem ad ignem extinguendum aptus non eſt, niſi magno impetu in ignem irruat; tunc enim corporis craſſioris vices ſuſtinet. Imo aer ſæpius ad ignem conſervandum eſt neceſſarius, ut demonſtrat candela accenſa quæ in vacuo Boyliano extinguitur; etenim ignis *nutrimentum* ſunt particulæ ex ſebo vel cera, quæ ab aere retinentur & dempto aere avolant calore ſolutæ, ideoque deficiente *pabulo* ignem deficere neceſſum eſt. Porro aer ad conſervandum ignem neceſſarius, nec denſior nec rarior eſſe debet. Ita carbo accenſus compreſſo & denſiori igne obruitur. Contraria ratione, carbo extinguitur, ſi vehementiori Soli objiciatur. Eandem ob cauſam atque etiam ob imminutam aeris elaſticitatem, flamma in camino præfocatur, ſi camini ſpiraculum palea vel panno aqua imbutis obſtruatur, quo quidem remedio in caminorum incendiis uti ſolent.

Quod *flammam* attinet, eam nihil aliud eſſe ſtatuit Eulerus, niſi ipſam materiam ſubtilem & elaſticam, cujus exploſione ignis gignitur. Quia vero flamma determinatam habet figuram & circa ipſum ignem occupat datum ſpatium, neceſſe eſt ut aliud fluidum elaſticum ubique expanſum, ſua elaſticitate indefinitam materiæ ſubtilis igneæ expanſionem cohibeat, eandemque materiam

in

in determinato ſpatio contineat. Hoc autem alind fluidum elaſticum *etherem* eſſe ponit Eulerus. Itaque exploſione materiæ igneæ æther repellitur, ipſaque hæc materia tantum in æthere occupabit ſpatium, quantum neceſſe eſt ut vis elaſtica ætheris cum vi materiæ igneæ conſiſtat in æquilibrio. Spatium igitur in æthere a materia ſubtili ignea occupatum, erit ipſa flamma. Conſtituta flammæ natura, jam radiorum emiſſio explicatur; factæ ſcilicet in æthere ſuccuſſiones atque vibrationes in cauſa ſunt, cur flammæ radii propagentur eodem modo quo in aere radii ſonori producuntur. Neque difficilius intelligi poſſet flammę propagatio per ipſam radiorum emiſſionem. Hæc ingenioſe quidem conſtituit Eulerus, quorum magna pars hypotheſeos limites non excedit; id unum certo affirmari & experimentis confirmari poſſe videtur, ignem coaleſcere ex minutiſſimis particulis in ſpatio non magno collectis, ſumma mobilitate donatis; ſed de illarum particularum natura nihil definiri poteſt. Nec caret veriſimilitudine diverſas eſſe ignis ſpecies diverſamque naturam; quidam enim ignes lucent tantum, alii autem lucent & urunt vehementiſſime. Nonnulli Phyſici ignem in certo quodam motu, non quidem facile definiendo, poſitum eſſe opinantur, ita ut, hoc motu in qualibet materiæ ſpecie excitato, ignis produci valeat. In hanc hypotheſim propendiſſe videtur Newtonus; cæterum quemlibet motum ad ignem caloremque excitandum ſatis non eſſe certiſſimum videtur; cum fermentationes plurimę ve-

tes ſcilicet aqueæ, ſalinæ, terreſtres quæ nullum igni pabulum ſubminiſtrare poſſunt, in modum fumi avolant & parietibus adhæreſcunt. At ſi fumus vel fuligo oleoſis partibus abundaverit, in flammam facile redire poteſt.

IV. Hæc quæ hactenus diximus fere demonſtrant ignem per omnia ſpatia eſſe diffuſum, nec quidquam aliud requiri, ut ejus præſentia fiat manifeſta, niſi ut colligatur & adunetur, id quod per attritum procul dubio obtinetur. Imo perſuaſum habet Boeravius ignem æqualiter per omnia ſpatia & per omnes corporum meatus eſſe diſperſum, idque luculentiſſimis ſuadet experimentis. Et requidem ipſa fidem facit thermometrum in eodem aere, *cæteris paribus*, corpora omnia eundem caloris ac proinde & ignis gradum admittere. Illa autem æqualis per omnia corpora ignis diſtributio oritur ex ipſa ignis proprietate qua ad æquilibrium tendere experimentis compertum eſt. Corpora omnia corporumque omnium partes, ſi igni objiciantur, eundem caloris gradum tandem acquirunt. Si corpori igne candenti admoveatur corpus frigidiſſimum, caloris pars a primo corpore ammittitur quæ ab altero acquiritur, donec inter utramque ignis quantitatem reſtituatur æquilibrium. Nulli alteri cauſæ tribuendum videtur cur corpora etiam calidiſſima tandem frigeſcant. Quod ergo per diverſa corpora ignis ut plurimum inæqualiter diſperſus obſervetur, referendum eſt in cauſam aliquam impellentem quæ ignis æquilibrium turbet. De hac ſingulari & antea ignota ignis proprietate

legi

legi debent quæ diligentiſſime expertus eſt clariſs. Boeravius in Chemia. Cæterum ignem in omnibus corporibus latere demonſtratum omnino eſt; nullum enim eſt corpus quod calorem ac proinde & ignem non concipiat; vel natura vel arte corporum omnium partes in tenebris lucent, ſive, ut vocant, ſunt *Phoſphora*. Tandem ex omnibus corporibus ſcintillæ per experimenta *electrica* educuntur. De phoſphoris legantur experimenta quæ in opuſculis hac de re editis ſumma diligentia deſcribit clariſs. Beccarius Chymices Profeſſor Bononienſis; quod autem *factitias* ſcintillas attinet, argumentum illud nos deinde fuſe revocabimus, ubi ſermo erit de electricitate.

ARTICULUS II.

De calore & frigore.

I. DE caloris natura & origine pauca quantum ſcire hactenus licuit, in articulo præcedenti explicavimus; jam de frigore nonnulla adjungemus, & deinde varia caloris & frigoris phænomena conſiderabimus. De frigoris natura & origine plurimum inter ſe differunt Philoſophi, & tot de frigore quot de calore inſtituunt hypotheſes. Ariſtoteles cæterique Peripatetici exiſtimant frigus eſſe *qualitatem aliquam ab entitate ſubjecti diſtinctam, qua congregantur homogenea ſimul & heterogenea*; cum e contrario calor *congreget homogenea, ſeparet autem heterogenea*. Hæc autem definitio refelli vix debet; & quidem præter quam quod vaga *entitatis* & *qualitatis* vocabula nullam menti

CAPUT II.

De igne.

DE *ignis* natura præcipuiſque characteribus obſcuriſſima quæſtio eſt; nec mirum quod in tanta rerum difficultate vix aliquid definire audeant accuratiores Phyſici. Nos autem illorum diligentiam imitati, varia referemus ignis phænomena, & pauca quæ ex his certo colligi poſſunt attingemus; de calore deinde & frigore aliqua explicabimus.

ARTICULUS I.

De ignis proprietatibus præcipuis.

I. QUatuor præcipuos *ignis* characteres recenſent Phyſici, lucem ſcilicet, rarefactionem, calorem, inteſtinumque motum. Ignem ex ipſa lucis præſentia demonſtrari ajunt, etiamſi abſit calor omnis, qui ſenſus noſtros afficere poſſit; quod ut oſtendant utuntur exemplo Lunæ cujus radii in ſpeculi uſtorii foco collecti, plurimum lucis, nihil autem caloris præbent. Verum lucem hanc ignem eſſe non ita certum eſt ut in dubium vocari non poſſit; neque enim demonſtratum eſt materiam hanc quæ lucem producit, eam ipſam eſſe qua calor excitatur. Requidem ipſa lux lunaris emanat a Sole cujus lumen cum calore conjunctum eſt; verum id probandum ſupereſt, Solis lucem & calorem ex eodem principio eademque

quæ materia originem habere. Præterea ponamus inter Lunæ Soliſque lumen hoc unum eſſe diſcrimen, quod nempe lux lunaris debiliori motu producta, ad calorem excitandum ſatis non ſit; id ſaltem reponi poſſet lucem lunarem verum & proprie dictum ignem non eſſe, cum eo careat motu qui ad ignis naturam neceſſarius omnino est.

Quod rarefactionem ſpectat, corpora omnia, pauciſſimis exceptis, in omnem dimenſionem ad certos uſque limites vi ignis expanduntur. Neque refert dura, mollia, an fluida ſint, levia an magis ponderoſa. Id autem extra omnem dubitationem poſitum eſt, corpora fluida majorem rarefactionem pati ab igne quam dura; dilatantur tamen corpora duriſſima, imo vehementiori igne ſolvuntur & liquefiunt; at ceſſante ignis actione contrahuntur. Ex hac ignis proprietate fit ut tempore æſtivo dilatationem; hyberno autem tempore contractionem patiantur corpora. Sunt tamen corpora nonnulla quæ igne rigeſcunt & indurantur, qualia ſunt ligna, oſſa, lutum, creta, aliaque ejuſmodi.

Ignem definiebant peripatetici: *elementum calidum ſiccum*: qua quidem definitione nihil edocemur de ignis natura; maxima enim ſupereſt difficultas in explicanda caloris cauſa. Præterea licet calor & ignis arctiſſimo inter ſe vinculo cohærere ſoleant, nullum tamen ſatis tutum de igne ferri poteſt judicium ex calore quem perſentimus. Etenim calor eſt qualitas *relativa* quæ ex incerto & mutabili ſenſuum teſtimonio æſtimatur; ſi manus noſtræ gelu ri-

geſcant, quod tepet, fervere videtur; ſi vero nimis incaleſcant, quod tepet experimur frigidiſſimum. Notum eſt in ſpecubus & cryptis ſubterraneis eandem fere temperiem omnibus anni tempeſtatibus ſervari, thermometro judice. Sed compertum quoque eſt hujuſmodi ſpecus valde frigidos a nobis perſentiri tempore æſtatis, valde autem calidos tempore hyemis. Hæc omnia aliaque multa quæ brevitatis ſtudio prætermittimus, manifeſte oſtendunt nihil certi de ignis præſentia pronuntiari poſſe ex ipſo caloris ſenſu quem experiuntur homines.

Alii Phyſici exiſtimant ignem ex corpuſculis tenuiſſimis, rotundis, maxime mobilibus componi, quæ cum maxima ac fere infinita celeritate moveantur & in ſingulas partes velociſſime abripiantur: non ſolum obvia corpora pervadere, agitare & comminuere poſſunt, ſed etiam in nervorum fibrillis quas celeri vibratione percellunt, lucis & caloris ſenſum imprimere valeant. Ab ejuſmodi ſententia quam ex Epicuro inſtauravit Gaſſendus non multum differre videtur hypotheſis Carteſii, qui primum elementum, tenuiſſimum nempe pulverem, rapido perennique motu agitari arbitratur; ubi vero corporum omnium poros pervadens craſſiores tertii elementi particulas reperit, celerrime illas agitat, contorquet, impellit, quo motu particulis etiam ſecundi elementi quę rotundæ ac mobiliores ſunt, communicato, iſtæ ſplendorem & calorem in corporibus noſtriſque ſenſibus excitant. Non omnes tamen tertii elementi particulas igni exci-

tan-

tando vel generando aptas exiſtimant recentiores Carteſiani, ſed illas ſolum quæ *nitroſa*, *ſulphurea* & *oleaginoſa* ſunt. Compertum eſt enim non ex omnibus tertii elementi particulis etiam celerrime agitatis, ſplendorem aut calorem aut ignem excitari poſſe; ſed aliqua determinata ſubſtantia requiritur quæ *combuſtibilis* & *inflammabilis* dici ſolet.

II. Inter tantas opinantium & diſſidentium Philoſophorum ambages, nihil eſt quod ſeverioribus Phyſicis ſatisfacere poſſit. Hinc factum eſt ut Academia Pariſienſis an. 1738 inveſtigandam propoſuerit ignis naturam, ſtatuto, de more, præmio, quod, pro parte ſua, reportavit doctiſſimus Eulerus. Carteſianam hypotheſim amplificavit vir clariſs. & magno rationum pondere roboravit. Inter varia ignis phænomena illud potiſſimum ſeligit explicandum, quo nempe fit ut ignis propagetur, ſeu aliis corporibus communicetur eaque incendat. Cum autem præcipuus phænomeni nodus in hoc verſetur, quod ignis maximam producat motus quantitatem ſine ulla proprii motus jactura, is inveniendus eſt alicujus materiæ ſtatus in quo vis minima ingentem virium motuſque quantitatem generare valeat. Hunc autem perniancioſiſſimum ignis effectum in pulvere pyrio primum conſiderabimus; eadem enim vis exigua quæ unicum pulviſculum valet incendere, ad explodendam quoque ingentem pulveris copiam potentiſſima eſt. Inter Phyſicos ſatis jam conſtat in pulvere pyrio latere aerem aliudve fluidum elaſticum vehementer compreſſum;

quod, ruptis comprimentibus particulis permiſſoque exitu, ingenti vi ſeſe expandat. Hinc manifeſtum eſt vim illam qua ignis expanditur ac multiplicatur, a propria vi pulveris pyrii diſtinguendam eſſe & prorſus ſeparandam. Etenim in pulveris pyrii exploſione, ignis hoc unum præſtare videtur, aeris nempe vel fluidi compreſſi repagula ſeu clauſtra recludit. Porro primariis naturæ legibus repugnat omnino ut vis minima ingentem effectum producat; ubi autem tales effectus obſervantur, vires producentes in ipſa materia latere neceſſum eſt. Hæc autem vis nulla alia, præter vim elaſticam, obtineri poteſt, niſi ad qualitates occultas ex Phyſica funditus exterminandas confugere velimus. Quæ cum ita ſint, jam concipere licet materiam aliquam ſubtiliſſimam & eximie elaſticam ad ignis effectus producendos aptiſſimam quæ materia *ignea* vocabitur. Quamobrem materiam *combuſtibilem* eam appellabimus quæ multas materiæ particulas continet, ac proinde & eo magis *combuſtibilis* erit materia aliqua quo plures ſub eodem volumine continebit hujuſmodi particulas. At præter particulas illas conſideranda etiam eſt ipſa corporis materia, quæ viribus effringentibus magis vel minus reſiſtat, ita ut ab hac conditione plurimum etiam pendeat *combuſtibilitatis* differentia. Itaque ignis excitabitur, ſi vel unica particula compreſſam detinens igneam materiam, effringatur; ſubito enim plures particulas ſimul recludi oportebit, erumpetque magno impetu materia ignea atque tandiu explodetur, donec nul-

nullæ ſuperſint quæ diſrumpi valeant particulæ. Hæc igitur materiæ ſubtilis & elaſticæ exploſio eſt id quod *ignis* vocatur. Inter vires quæ ignem excitare valent referendæ ſunt illæ omnes quæ particulas ignea materia refertas frangere valent, inter quas primum locum tenet ipſe ignis; atque hinc intelligitur vis qua ignis ſeſe extendit & longe lateque propagat. Ex hac doctrina concludit vir ſummus Eulerus ea tantum corpora ad ignem concipiendum apta eſſe quæ particulas igneas exploſioni obnoxias continent. At ſi corpora igneam contineant materiam quæ magna ſatis copia explodi non poſſit, jam particulæ illæ in reliquas partes circumjectas vim aliquam exerere quidem poterunt; atque hinc orietur calor duntaxat qui proinde eſt minimarum particularum motus ſine exploſione; cum in igne motus ſit cum exploſione conjunctus.

Hinc reddi poteſt ratio cur ignis, injecta non combuſtibili materia, aliquando extinguatur. Talis enim materia igneas ardentis corporis particulas obducit, ſeſeque iis immiſcet; quo ſit ut vis exploſionis in hanc materiam exerceatur in eaque tota conſumatur, atque ideo reliquæ igneæ particulæ vim exploſionis minus ſentiant. Quare circa materiam igni injectam, id notandum eſt an cum materia ardente miſceri eique adhærere queat. Si enim materia adjecta corpus ardens ingredi eique intrudi non poſſit, ignem extinguere non valet. Ita videmus, aſperſa aqua, oleum accenſum non extingui, niſi omnino aqua opprimatur; cujus rei ratio eſt, quod oleum nul-

lam cum aqua mixtionem patiatur. Præterea ſi materia non combuſtibilis, cæteris paribus, fuerit denſior, eo promptius ignem ſuffocabit; in hac enim denſiori materia vis exploſionis celerius conſumitur. Hanc ob rem, aer licet combuſtionis incapax, tamen propter raritatem ad ignem extinguendum aptus non eſt, niſi magno impetu in ignem irruat; tunc enim corporis craſſioris vices ſuſtinet. Imo aer ſæpius ad ignem conſervandum eſt neceſſarius, ut demonſtrat candela accenſa quæ in vacuo Boyliano extinguitur; etenim ignis *nutrimentum* ſunt particulæ ex ſebo vel cera, quæ ab aere retinentur & dempto aere avolant calore ſolutæ, ideoque deficiente *pabulo* ignem deficere neceſſum eſt. Porro aer ad conſervandum ignem neceſſarius, nec denſior nec rarior eſſe debet. Ita carbo accenſus compreſſo & denſiori igne obruitur. Contraria ratione, carbo extinguitur, ſi vehementiori Soli objiciatur. Eandem ob cauſam atque etiam ob imminutam aeris elaſticitatem, flamma in camino præfocatur, ſi camini ſpiraculum palea vel panno aqua imbutis obſtruatur, quo quidem remedio in caminorum incendiis uti ſolent.

Quod *flammam* attinet, eam nihil aliud eſſe ſtatuit Eulerus, niſi ipſam materiam ſubtilem & elaſticam, cujus exploſione ignis gignitur. Quia vero flamma determinatam habet figuram & circa ipſum ignem occupat datum ſpatium, neceſſe eſt ut aliud fluidum elaſticum ubique expanſum, ſua elaſticitate indefinitam materiæ ſubtilis igneæ expanſionem cohibeat, eandemque materiam

in

in determinato ſpatio contineat. Hoc autem alind fluidum elaſticum *etherem* eſſe ponit Eulerus. Itaque exploſione materiæ igneæ æther repellitur, ipſaque hæc materia tantum in æthere occupabit ſpatium, quantum neceſſe eſt ut vis elaſtica ætheris cum vi materiæ igneæ conſiſtat in æquilibrio. Spatium igitur in æthere a materiâ ſubtili ignea occupatum, erit ipſa flamma. Conſtituta flammæ natura, jam radiorum emiſſio explicatur; factæ ſcilicet in æthere ſuccuſſiones atque vibrationes in cauſa ſunt, cur flammæ radii propagentur eodem modo quo in aere radii ſonori producuntur. Neque difficilius intelligi poſſet flammę propagatio per ipſam radiorum emiſſionem. Hæc ingenioſe quidem conſtituit Eulerus quorum magna pars hypotheſeos limites non excedit; id unum certo affirmari & experimentis confirmari poſſe videtur, ignem coaleſcere ex minutiſſimis particulis in ſpatio non magno collectis, ſumma mobilitate donatis; ſed de illarum particularum natura nihil definiri poteſt. Nec caret veriſimilitudine diverſas eſſe ignis ſpecies diverſamque naturam; quidam enim ignes lucent tantum, alii autem lucent & urunt vehementiſſime. Nonnulli Phyſici ignem in certo quodam motu, non quidem facile definiendo, poſitum eſſe opinantur, ita ut, hoc motu in qualibet materiæ ſpecie excitato, ignis produci valeat. In hanc hypotheſim propendiſſe videtur Newtonus; cæterum quemlibet motum ad ignem caloremque excitandum ſatis non eſſe certiſſimum videtur; cum fermentationes plurimę ve-

vehementiſſimum frigus producere obſerventur. Sed meris conjecturis diutius immorari nolumus.

III. Ex præcedentibus patet multas igni competere fluidorum proprietates, quales ſunt partium mobilitas atque tenuitas, ſed alias nonnullas fluidorum qualitates in igne hactenus obſervare non licuit, quales ſunt præſertim duæ proprietates illæ, quibus fluida ſuam preſſionem quaquaverſum æqualiter exercent, & ad libellam ſeſe componunt. Quare ignem e fluidorum numero rejicere vel inter fluida recenſere quæſtio eſt nullius momenti. Quanquam certiſſimum ſit ignem eſſe materiam, tantillum tamen eſt purioris ignis pondus ut nullo experimento ſentiri poſſit. Quod enim ſe obſervaſſe ajunt plerique Phyſici corpora vehementer calefacta pondere creviſſe, craſſioribus obſervationibus innititur, ut antea annotavimus. Itaque ſatius erit aliqua ignis phænomena proponere. Si duo quæ vis corpora dura ſibi invicem impoſita atterantur per aliquod tempus, calorem ingentem excitabunt, & interdum quoque ignem, præſertim ſi corpora fuerint duriſſima. Sic mutuus calybis & ſilicis attritus ignem excutit. In oriente frequentiſſimum eſt lignum duriſſimum ex quo ignis per attritum faciſe extunditur. Sic culter calybeus forti manu preſſus ad cotem rotatilem incaleſcit, rotaque celerius circumacta ignis ſcintillæ emicant. Huic cauſæ tribuendum eſt quod ingentes etiam ſylvæ magna ventorum vi agitatæ, aliquando igne conſumantur & in apertum erumpant incendium.

Ge-

Generatur etiam ignis per *vegetabilia* ſemiexſiccata in magnos acervos extructa, quod triſtiſſimo fæni putreſcentis exemplo ſæpe innotuit. In iis enim acervis partes inferiores valido ſuperiorum partium pondere premuntur, ex illa preſſione attritus oritur, motuſque & interdum flámma excitatur. Idem aliquando accidit prægaltis pannorum ſordidorum molibus, atque huic cauſæ tribuitur quod paucis abhinc annis noſocomium pariſienſe totum fere exarſerit atque conflagraverit. Producitur etiam ignis per liquidorum quorumdam mixtionem; ea enim ſimul permixta primo efferveſcunt, tum vero ignem producunt. Si ſpiritus, ut vocant, *flammificus* & *oleum cinnamomi*, æqua portione miſceantur, flammam producunt clariſſimam ita ut magnum etiam conclave ſplendeat. Imo ſi libra una liquoris unius cum una alterius libra permiſceatur, idque fiat in conclavi ex omni parte clauſo, tantus ignis excitabitur ut omnes cubiculi partes disjicere & ſolo æquare valeat; & quidem facilius quam præſtare poſſet pulvis pyrius. Spiritus autem flammificus paratur ex nitro puriſſimo ſicciſſimo & ex oleo vitrioli dupla proportione inter ſe permixtis & igne ſubactis. Cæterum ignis excitatus ut conſervetur eget nutrimento, quo deficiente extinguitur, ut jam obſervatum eſt. Nutrimentum autem multiplex eſſe poteſt; ad ignis alimentum conferunt maxime olea quæ ex terra, vegetabilibus, animalibus nonnulliſque fluidis extrahi ſolent. Ubi autem vi ignis ex tota maſſa avelluntur craſſiores particulæ, partes

tes ſcilicet aqueæ, ſalinæ, terreſtres quæ nullum igni pabulum ſubminiſtrare poſſunt, in modum fumi avolant & parietibus adhæreſcunt. At ſi fumus vel fuligo oleoſis partibus abundaverit, in flammam facile redire poteſt.

IV. Hæc quæ hactenus diximus fere demonſtrant ignem per omnia ſpatia eſſe diffuſum, nec quidquam aliud requiri, ut ejus præſentia fiat manifeſta, niſi ut colligatur & adunetur, id quod per attritum procul dubio obtinetur. Imo perſuaſum habet Boeravius ignem æqualiter per omnia ſpatia & per omnes corporum meatus eſſe diſperſum, idque luculentiſſimis ſuadet experimentis. Et requidem ipſa fidem facit thermometrum in eodem aere, *cæteris paribus*, corpora omnia eundem caloris ac proinde & ignis gradum admittere. Illa autem æqualis per omnia corpora ignis diſtributio oritur ex ipſa ignis proprietate qua ad æquilibrium tendere experimentis compertum eſt. Corpora omnia corporumque omnium partes, ſi igni objiciantur, eundem caloris gradum tandem acquirunt. Si corpori igne candenti admoveatur corpus frigidiſſimum, caloris pars a primo corpore ammittitur quæ ab altero acquiritur, donec inter utramque ignis quantitatem reſtituatur æquilibrium. Nulli alteri cauſæ tribuendum videtur cur corpora etiam calidiſſima tandem frigeſcant. Quod ergo per diverſa corpora ignis ut plurimum inæqualiter diſperſus obſervetur, referendum eſt in cauſam aliquam impellentem quæ ignis æquilibrium turbet. De hac ſingulari & antea ignota ignis proprietate

legi

legi debent quæ diligentiſſime expertus eſt clariſs. Boeravius in Chemia. Cæterum ignem in omnibus corporibus latere demonſtratum omnino eſt; nullum enim eſt corpus quod calorem ac proinde & ignem non concipiat; vel natura vel arte corporum omnium partes in tenebris lucent, ſive, ut vocant, ſunt *Phoſphora*. Tandem ex omnibus corporibus ſcintillæ per experimenta *electrica* educuntur. De phoſphoris legantur experimenta quæ in opuſculis hac de re editis ſumma diligentia deſcribit clariſs. Beccarius Chymices Profeſſor Bononienſis; quod autem *factitias* ſcintillas attinet, argumentum illud nos deinde fuſe revocabimus, ubi ſermo erit de electricitate.

ARTICULUS II.

De calore & frigore.

I. DE caloris natura & origine pauca quantum ſcire hactenus licuit, in articulo præcedenti explicavimus; jam de frigore nonnulla adjungemus, & deinde varia caloris & frigoris phænomena conſiderabimus. De frigoris natura & origine plurimum inter ſe differunt Philoſophi, & tot de frigore quot de calore inſtituunt hypotheſes. Ariſtoteles cæterique Peripatetici exiſtimant frigus eſſe *qualitatem aliquam ab entitate ſubjecti diſtinctam, qua congregantur homogenea ſimul & heterogenea*; cum e contrario calor *congreget homogenea, ſeparet autem heterogenea*. Hæc autem definitio refelli vix debet; & quidem præter quam quod vaga *entitatis* & *qualitatis* vocabula nullam menti

munia; cum enim in opinione qualibet incrementi & decrementi capax ſit calor, manifeſtum eſt frigus tanquam caloris decrementum conſiderari poſſe. Sed inter varias opiniones hoc diſcrimen eſt, utrum ſcilicet frigus ad abſentiam ignis, aut ad materiæ alicujus peculiaris præſentiam referri debeat. Solam ignis diminutionem ſufficere probabiliſſimum judicant nonnulli quibus perſuaſum eſt, ignem eſſe peculiarem quandam materiam cujus motus calorem producit, abſente autem vel imminuta hac materia, frigus ſuccedere opinantur. Sed quidquid ſit de illa hypotheſi, judicio nimis præcipiti negari non debent corpuſcula *frigorifica* quæ ubi corpus penetrant, ignem, ſaltem pro parte, expellunt. Tales particulas aliquando adeſſe demonſtrare videntur allata experimenta aliaque plurima; ſed particulas illas ſemper exiſtere, ubi datur frigus, ſeu caloris diminutio, probari certe non poteſt.

II. Cum ſenſationes noſtræ accuratum prębere non poſſint caloris & frigoris teſtimonium, ad metiendas caloris frigoriſque viciſſitudines tutiſſimum inſtrumentum adhibent Phyſici, quod *thermeſcopium*, ſeu *thermometrum* appellant: fluidum nullum inventum eſt quod vi caloris in amplius volumen expandi, aut vi frigoris in arctius ſpatium compingi queat quam ſpiritus vini, præſertim ſi probe, ut dicunt, *rectificatus* fuerit. Nemo veſtrum oculis non uſurpavit vitreos illos tubos quorum pars ſuperior eſt *hermetice* ſigillata, pars autem inferior in ſphærulam deſinit. Tubus autem

ille aliqua ex parte ſpiritum vini continet; ſtatim ac calor augetur, ſpiritus vini rarefit & altius aſcendit per tubum; si autem minuatur calor, ſpiritus vini condenſatur deſcenditque e tubo verſus globum. Antequam tubi lumen hermetice ſigilletur, aquæ calidæ immergi debet & in ea aliquandiu detineri, donec ſpiritus vini ebullitioni proximus ſit; atque in eo ſtatu notari debet liquoris altitudo. Ut autem acutiſſimum frigus obtineatur, nix vel glacies ſale detrita tubo conſpergitur, ſpiritus vini condenſatus deſcendit, rurſuſque notari debet liquoris altitudo. Quia vero in cellis vinariis habetur calor temperatus, qui veluti medius cenſeri poteſt inter maximum æſtatis calorem & acutiſſimum hyemis frigus, liquoris altitudo in hoc ſtatu notetur, illudque punctum velut temperati caloris indicium habeatur. Tandem totum intervallum inter glaciem & aquam calidam in partes æquales, pro arbitrio, dividatur; hoc artificio obtinebuntur diverſi caloris gradus ad temperati caloris gradum referendi. De horum inſtrumentorum uſu obſervandum eſt tantam non habere utilitatem, ut diverſa thermometra varias frigoris caloriſque conſtitutiones in variis regionibus certo demonſtrent. Etenim ad hunc uſum obtinendum neceſſariæ forent conditiones plurimæ quæ vix ſperari poſſunt: neceſſe enim foret eandem eſſe tuborum perfectionem, internamque illorum ſuperficiem æquali diligentia eſſe perpolitam & elaboratam. Præterea accuratiſſime cognitam eſſe oporteret diverſam tuborum diame-

metrum, atque etiam rationem quam habet expanſio mercurii ad illius volumen; tantæ autem ſubtilitates nulla fere diligentia obtineri poſſunt. At ſi eodem thermometro utamur, ſatis accurate diverſis anni tempeſtatibus atque etiam in variis regionibus caloris frigoriſque temperiem dignoſcere licebit. De frigoris caloriſque cauſis pro regionum varietate aliqua, hic data occaſione, poſſemus ſubjungere, ſed res in geographia commodius tractabitur. In thermometris loco ſpiritus vitri ſubſtitui etiam ſolet mercurius; at in talium inſtrumentorum conſtructione neceſſaria omnino eſt ſumma dexteritas; hinc mirum non eſt quod tam incerta ſit thermometrorum fides.

III. Rerum connexio poſtulat ut de congelatione & glaciei formatione aliquid dicamus. Argumentum quidem obſcuriſſimum eſt & difficultatibus plenum; quare probabiliores conjecturas exponere ſatis erit. Cum frigus nihil aliud ſit quam caloris diminutio quæ cum motus diminutione conjuncta ſemper eſt, ceſſante vel ſaltem imminuta vi illa quæ fluidi calidi particulas agitat illaſque a ſe invicem repellit, jam particulas illas ad ſe invicem majori vi tendere & in maſſam coaleſcere neceſſum eſt. Hinc oriri poterunt diverſi congelationis gradus ipſaque glacies. Patet autem huic explicationi poſſe accommodari varias de caloris natura hypotheſes; etenim quæcumque ſit vis fluidas particulas agitans atque perturbans, patet explicationem illam perinde ſe habere. Diximus etiam vix ne-

ga-

gari poſſe corpuſcula quæ *frigorifica* appellare fas eſt. Illa ſcilicet corpuſcula, vel materiæ igneæ particulas expellunt, ideoque inteſtinos fluidarum particularum motus debilitant, atque hinc fit cohæſio; vel particulæ illæ per fluidum diſperſæ ſeſe attrahunt vi maxima atque mutua attractione fluidum intermedium in duram compingunt maſſam.

Neutrum nobis compertum eſſe fatemur; at citra corpuſculorum effluvium explicari vix poſſunt plurima frigoris & glaciei phænomena. Referunt Scriptores in Ukrania Poloniæ provincia eſſe acerrimum friguus longeque intenſius quam in Normanna Galliæ provincia., cum tamen in globo terreſtri idem ſit reſpectivus locorum ſitus. Fluvius qui regiam Sinarum Urbem alluit circa menſem Novembris tanta vi frigoris intra diem unum concreſcit & induratur, ut quatuor menſium ſpatio currus & ingentia pondera ſuſtineat, quamvis aquæ & aeris frigus non ita intenſum videatur; ille tamen Sinenſis fluvius eandem habet reſpectivam in globo terreſtri poſitionem quam obtinet Tyberis in quo certe tanta non viget frigoris vis. Hinc probabiliſſimum eſt ventos quoſdam aliis frigidiores eſſe qui ſalinos, nitroſos halitus ſecum deferant, & ipſis referti ac permixti corporum poros pervadant, prædictoſque effectus producant. In hac etiam hypotheſi intelligitur ratio cur rivuli quidam hyberno tempore liberrime fluant, tempore autem æſtivo in duriſſimam glaciem concreſcant; obſervatum enim eſt rivulorum illorum littora plurimis

ni-

nitri ſaliſque particulis abundare, quæ quidem particulæ æſtivo calore ſolvuntur & in rivuli aquas defluunt iiſque permiſcentur.

IV. Suæ etiam ſunt & quidem ſimillimæ caloris & frigoris cauſæ in locis ſubterraneis. Per meatus ſubterraneos fluunt ſucci varii qui ſibi mutuo occurrentes vel aliis corpuſculis permixti incaleſcunt; in aliis autem locis terra abundat nitroſis ſaliniſque particulis quæ frigus acre inducunt. Nonnullis experimentis rem confirmabimus. Si limaturæ ferri & ſulphuris partes æquales bene permiſceantur & modica aqua perfundantur ut in maſſam duriuſculam evadant, in ea primum calor excitabitur, tum flammulæ etiam emicabunt. Notiſſima eſt in Anglia cretæ cujuſdam albæ ſpecies; hujus cretæ fruſtum, ſi in aquam frigidam injiciatur, excitata ingenti ebullitione illam adeo calefacit ut in ea ovum ad duritiem uſque coqui poſſit. Quid ergo vetat in terræ penetralibus latere plurimas id genus particulas? quæ torpidæ jacent & inertes, terreis particulis implicitæ; at ſi aqua ſolvantur & agitentur, ſtatim fermentationis motum acquirunt & in ipſa aqua fervorem inducunt. Id vero non ſolum non repugnat, ſed etiam ita eſſe indiciis manifeſtis comprobant aquæ minerales, ſulphureæ, chalybeatæ & calidæ. Quod frigoris geneſim ſpectat. Si aquę libris quatuor una Salis ammoniaci libra permiſceatur, aqua ſatis intenſum frigus concipit. Id autem fuſius confirmabitur in appendice ubi plurima & quidem utiliſſima

ma referemus congelationum quas vocant *artificiales*, exempla.

Ex his experimentis patet in partibus terræ interioribus temperiem poſſe variis modis mutari nulla habita Solis ratione. Et quidem caloris & frigoris cauſa in locis ſubterraneis non ſunt radii ſolares, ut pote qui eo penetrare non poſſunt; quare mirum non eſt ſi viciſſitudines caloris & frigoris in ſuperficie telluris, quæ a Sole ortum ducunt, minime conveniant cum iis quæ in ſpecubus & antris deprehenduntur; & re quidem ipſa, adhibito thermometro compertum eſt in multis locis ſubterraneis eandem eſſe tam hyeme quam æſtate caloris frigoriſque temperiem. Attamen teſte etiam thermometro cognitum eſt in multis locis ſubterraneis mutari interdum caloris frigoriſque gradum, ita ut mutatio iſta nullum habeat nexum cum viciſſitudinibus quæ in telluris ſuperficie contingunt. Itaque harum viciſſitudinum cauſa quærenda eſt in ipſis terræ viſceribus. Et certe credi non poteſt perpetuum & ſemper æquabilem eſſe eorum corporum concurſum ex quorum mixtione calor & frigus excitantur. Hanc mutationem demonſtrant montes *ignivomi* qui in majora, vel minora erumpunt incendia & poſt maximam ignium flammarumque ejectionem aliquando conquieſcunt; quare merito canit Ovidius.

Nec qua ſulphureis ardet fornacibus ætna
Ignea ſemper erit, neque enim fuit ignea ſemper.

V. Corpora calore dilatari, frigore contrahi jam ſæpius obſervavimus; verum in congelatione aquæ phænomenum ſuccedit

plane ſingulare; rareſiunt aquæ partes & in majus volumen expanduntur contra quam faciunt alia fluida. Univerſam congelationis ſeriem hoc ordine proſecuti ſunt Academici Florentini. Tubum vitreum aqua plenum ſumpſerunt cujus pars ſuperior aperta foret, inferior vero in excavatam ſphæram deſineret, ut in thermometris fieri ſolet. Tum ſphærulam vitream, hoc eſt, inferiorem tubi partem in vas ſubjectum immergebant, quod nivem aut glaciem ſalibus permixtam continebat. Ubi primum ſphærula glaciei immerſa fuit, aqua in tubulo exiſtens aliquantulum aſcendit, deinde vero motu fere æquabili ad certum quemdam gradum deſcendit, tuncque immota & veluti *ſtationaria* permanere videbatur. Tandem motu quodam tardiſſimo, æquabili tamen, iterum aſcendebat, donec maxima tandem proſiliret celeritate, qua brevi ceſſante, in glaciem aqua convertebatur. Rem paulo aliter tentavit & accuratiſſime demonſtravit D. Mariotte. Cum enim ſcyphum fere aqua plenum aeri frigidiſſimo expoſuiſſet, primo veluti oblonga quædam filamenta ex glacie compoſita emergebant; atque ubi maxima pars aquæ in glaciem concreverat; exigua pars illius quæ adhuc fluida manebat, in medium fere ſcyphi locum ſeſe recepit; ſed cum plurimæ tenuiſſimæ bullulæ ex illa erumperent, aqua ipſa per exiguum foramen in ſumma parte conſpicuum ſenſim exiit, quæ ſimiliter in glaciem converſa veluti in cumulum aſſurgebat. Occluſo foramine, glacies ipſa ultro fracta eſt & diviſa fere in medio ſcyphi.

De

De glaciei formatione totoque congelationis progreſſu nihil religioſius obſervari poteſt quam quod tradidit clariſs. D. de Mairan in eximio opuſculo de hac re edito.

Ex præcedentibus id colligitur, aquæ partes, dum in glaciem convertuntur, non condenſari ſed maxime rarefieri. Hoc idem innumeris comprobatum eſt experimentis; vi glaciei duriſſima quoque vaſa franguntur. Tubum ferreum cujus craſſities erat digiti unius aqua impleverat Hughenius, & hunc tubum probe clauſum intenſiſſimo frigori objecit, poſt duodecim horas rupta diſſiluere tubi latera. Huic expanſioni tribuendum eſt quod ſæviente gelu, viarum publicarum pavimenta evellantur, quod ſaxa arboreſque diſſolvantur, nova plantarum germina & fructus tenelli corrumpantur, quod aquarum canales confringantur; atque ut alia omittam hujus rarefactionis argumenta, glacies aquæ innatare obſervatur; quod certe fieri non poſſet, niſi glacies aqua levior & rarior etiam exiſteret. Hi quidem effectus obvii ſunt & frequentiſſimi, at effectuum cauſa difficilis omnino eſt. Singularis hujus dilatationis rationem aliqui ducunt ex vi elaſtica aeris: cum enim in ipſo congelationis actu erumpant magna copia aeris bullulæ, aquæ particulas in amplius volumen expandi ajunt. Satis quidem ad rem accommodata videretur explicatio, niſi in aqua, omni aere, quantum fieri poteſt, purgata, expanſio æque ſuccederet. Alii expanſionem repetunt ex particulis *frigorificis* quæ in aquam introductæ illius volumen dilatant. Alii tandem id totum fieri opinantur ob

mutatam particularum aquearum reſpectivam poſitionem. Calor, ſcilicet, aquæ particulas ſegregat illaſque in fluiditatis ſtatu continet. At calore imminuto & ſuccedente frigore, jam alius fit partium ſitus, aquæ moleculæ ad alios contactus tendunt; neque repugnat particulas illas ita ſe mutuo attrahere in ſtatu congelationis ut in amplius volumen expandantur. Cum autem expanſio illa ex minimarum particularum textura pendeat, hac ratione intelligi poterit cur talis expanſio aliis fluidis non accidat. Verum ſatius eſt ea quæ a frigore metuenda ſunt cavere, quæ autem nobis utilia eſſe poſſunt inveſtigare, vanaſque & inutiles hypotheſes relinquere.

APPENDIX

De quibuſdam capitis præcedentis utilitatibus.

DE congelationis cauſa & origine jam aliqua explicavimus in capite præcedenti; verum quidquid ſit de variis Phyſicorum hypotheſibus, certiſſimum eſt ſalium vi congelationem & glaciem creari poſſe. Aquam ſale refrigerari patet hoc experimento. Aqua frigida poculo immittatur, eique thermometrum immergatur. Statim ac certo conſtat thermometro eum acceſſiſſe frigoris gradum qui aquæ ineſt, ſal in aquam injiciatur. Rebus ita comparatis, antequam ſal in aqua probe ſolutum appareat, ſpiritus vini jam in thermometro deſcendere obſervatur. Ubi autem rurſus com-

per-

pertum eſt thermometro eum frigoris gradum acquiſitum eſſe qui aquæ ſale imbutæ convenit, immoto ſcilicet manente ſpiritu vini, thermometrum extrahatur & in aquam dulcem poculo contentam inferatur, quæ quidem cum aqua prius adhibita eundem habeat caloris gradum; Spiritus vini ad eam rurſus conſcendit altitudinem ad quam prius in aqua dulci attollebatur, antequam ſcilicet aquam ſalſam attingeret. Porro non omnes ſales eidem frigori producendo pares ſunt; ſi in prædicto experimento tria ſalium genera adhibeant, ſcilicet *ſal commune* ſeu *culinare*, *ſal ammoniacum*, & *ſal petra*; inter tres hos ſales, primus minimum, poſtremus maximum effectum producit; pro aquæ varietate aliquod etiam circa frigoris gradum diſcrimen obſervatur. Nitri ope frigus producitur intenſum quod manu vitrum tenente facile ſentitur; interdum etiam exterior vitri ſuperficies tenui velut nebula obducitur. Idcirco ut vinum aliæque potiones refrigerentur tempore æſtivo, hæ immitti ſolent aquæ in qua nitrum ſolutum ſit.

Vulgatiſſimum omnibuſque notiſſimum jam memoravimus artificium quo glacies, nivis aut glaciei & nitri mixtione parari ſolet. At ſine glaciei auxilio, ſolius ſalis ope glacies obtineri poteſt, quod quidem commodiſſimum eſt, ſi parata ad manus non ſit glacies. Adhibeatur aqua frigidiſſima & congelationi proxima; frigoris gradus maxime augebitur, ſoluta ſalis ammoniaci parte tertia. Huic mixturæ immittatur vas aquam aliam frigidiſſimam continens; hæc aqua

majorem acquiret frigoris gradum. In ipſa eadem aqua iterum ſolvatur ſal ammoniacum, atque repetita operatione obtinebitur tandem aqua ſale permixta, quam glacie ipſa multo frigidiorem eſſe thermometro conſtabit. Quare ſi tali aquæ immittatur ampulla aquam continens: hæc ultima aqua in glaciem concreſcet ipſumque glaciei frigus acquiret. Suſpicatur vir clariſs. De Mairan ſine glacie & ſale glaciem produci poſſe; quæ quidem conjectura non caret veriſimilitudine. Et quidem certiſſimum eſt aquam intenſiſſimum frigoris gradum concipere, ſi in vaſe ex poroſa terra conflato, aeri currenti objiciatur; idem eſt experimenti ſucceſſus, ſi aqua infundatur ampullæ, circumpoſito linteo aqua imbuto, & aeris perflantis directioni exponatur. Frequentiſſimum eſt hoc refrigerandæ aquæ artificium in Ægypto, apud Sinas, alioſque populos plurimos.

Frigoris gradum ad glaciei *naturalis* formationem neceſſarium indicat altitudo ad quam ſpiritus vini ſubſiſtit in thermometro; ubi nempe thermometri globulus immergitur glaciei, aut nivi quæ jam ſolutioni proxima ſit; nec congelatio apparet antequam thermometri liquor hunc gradum attigerit. Non tamen glacies ſtatim ſolvi deprehenditur, ubi ſpiritus vini in thermometro aſcendit; certiſſimiſque experimentis compertum eſt lentiorem eſſe glaciei ſolutionem quam ſit ipſa formatio. Porro, utilitatis cauſa, obſervare non abs re erit ad tuendam hominum valetudinem neceſſarium omnino eſſe lentum frigoris

ca-

caloriſque progreſſum; hinc D. O. M. infinita providentia conſervationi noſtræ conſuluit, inſtituta, admirandis legibus, tempeſtatum viciſſitudine. Et re quidem ipſa, ſubitanea ferventioris caloris intenſique frigoris viciſſitudo, noſtra corpora necaret animamque intercluderet. Si conclave, dum rigidiſſimo gelu aquæ tenentur, igne calefiat ita ut æſtivi temporis calorem adæquet, nullus mortalium tantum calorem ferre poſſet, ſed viribus reſolutus deficeret. Quæ cum ita ſint, ſaluti ſuæ parum invigilant homines qui, frigore aut gelu correpta aliqua corporis parte, ſtatim in igne promptoque calore remedium quærunt; quod quidem faciunt incaute omnino atque imprudenter. Etenim nimia caloris ſuccedentis velocitas non ſinit ut corporis partes amiſſum recuperent ordinem, ſed potius univerſum *œconomiæ animalis* ſyſtema labefactant atque omnino perturbant. Quare ſatius eſt, imo neceſſarium, corporis partem frigore geluque rigeſcentem, nivi per aliquod tempus ſubjici, antequam calidiori aeri objiciatur. Et certe ſi fructus, carnes aliaque corpora gelu & frigore correpta calori exponantur, hæc ſtatim tabeſcere & corrumpi obſervantur. At ſi in aqua frigida deponantur, ita ut conglaciata deſuper cruſta protegantur, hac ſenſim ablata, integra prorſus inveniuntur corpora illa ex aqua extracta. Ita pomum quod in frigida aqua ſervatum fuit, eundem præſefert ſaporem quem ante congelationem habuerat. Neque etiam ſuperfluum erit, hic data occaſione, ſubjungere perniciosiſſimum atque ſaluberrimum eſſe

poſſe frigidi potus uſum, pro diverſa corporis noſtri conditione. Si vehementiori exercitatione & qualibet alia corporis agitatione vel *phyſica* vel *mechanica* aliquis æſtuaverit caloremque nimium contraxerit, id ſummopere vitare debet quod refrigerationem interius vel exterius afferre poſſit. Ex imprudenti balneorum frigidorum uſu ſubitaneam mortem non raro originem habuiſſe teſtantur doctiſſimi Medici inter quos Lanciſius lib. 2 de morbis ſubitaneis. Etenim frigoris impreſſio ſolidas corporis animalis partes conſtringit, fluidas autem condenſat, atque talis eſſe poteſt effectus ut partium ſolidarum actio, fluidarum autem motus nimis minuatur. Hinc maxime turbari poteſt tota corporis machina. Hinc naſcuntur in canalibus obſtructiones, & frequentiſſima in humorum ſecretionibus impedimenta, ex quibus innumera morborum genera. Ex potionis frigidioris abuſu intelligitur quoque illius uſus. Si nempe nimia ſit in fibris extenſio, relaxatio, nervorumque, ut dicunt, *atonia*, in his caſibus utiliſſime adhibentur potiones frigidæ. Quæ cum ita ſint, mirum eſſe non debet quod vir clariſs. Hoffmannus duo ediderit opuſcula quorum unum inſcribitur: *de frigido potu, vita & ſanitati hominum inimiciſſimo*, alterum vero: *de aqua frigida potu ſalutari*.

SE-

SECTIO III.

De aſtronomia.

ASTronomia ea eſt Philoſophiæ pars quæ corporum cæleſtium motus, ordinem, magnitudinem, contemplatur, & eorumdem motuum leges atque cauſas expendit. Hinc patet duas eſſe præcipuas aſtronomiæ partes: 1 quæ vocatur *Theoretica*, diverſa corporum cæleſtium phænomena conſiderat, eaque ad calculum revocat. Alia autem quę aſtronomia *Phyſica* dicitur, motuum cæleſtium cauſas explicat, vel ſaltem inveſtigat. Itaque duo primum ſeſe offerunt hujus ſectionis capita. Verum quia ad aſtronomiam referuntur *Kalendarii* & *Chronologiæ* elementa, de Kalendario & Chronologia quoque tertium caput ſubjungemus.

CAPUT I.

De variis corporum cæleſtium phænomenis & motibus.

ANtequam cæleſtium motuum veras leges explicare aggrediamur, univerſam cæleſtem ſphæram qualem nempe oculis noſtris ſeſe conſpiciendam præbet, primum contemplabimur, deinde veram corporum cæleſtium diſpoſitionem expendemus, illorumque motus calculo ſubjiciemus. Recta docendi ratio poſtulat ut ampliſſimam hanc materiam in diverſos articulos dividamus atque contrahamus.

ARTICULUS I.

De mundi ſyſtemate quale oculis apparet & de ſphæra cœleſti.

1. SPectatori terreſtri cælum apparet tanquam ſuperficies ſphærica concava, ſtellis plurimis diſtincta, cujus ipſe ſpectator centrum occupat, quæque circa puncta fixa velut cardines ab ortu ad occaſum æquabiliter convertitur, & 24 circiter horis integram revolutionem abſolvit. Puncta illa oppoſita P, p, circa quæ rotari videtur ſphæra (Fig. 25.) *poli* mundi dicuntur, quorum is qui nobis conſpicuus eſt ut P, *arcticus*, vel *borealis* dicitur; ipſi vero oppoſitus p, *antarcticus*, ſeu *auſtralis* appellatur. Recta linea Pp, utrumque polum connectens *axis mundi* vocatur. *Æquator*, ſive *æquinoctialis* eſt circulus ſphæræ cæleſtis maximus cujus poli iidem ſunt cum polis mundi, proindeque ſphæram mundanam dividit in duo hemiſphæria, *Boreale* APQ, in quo eſt polus borealis P, & auſtrale ApQ, in quo eſt polus auſtralis p. Stellæ ſingulæ ut S, in circulis Ss, æquatori AQ, parallelis, communi ſphæræ cæleſtis motu revolvi quotidie videntur. *Fixæ* nominantur quæ eandem inter ſe diſtantiam perpetuo ſervant; *erraticæ* vero ſeu *Planetæ* vocantur quæ diſtantias ſuas a fixis mutant & motu proprio ferri conſpiciuntur. Planetæ ſunt ſeptem *Sol*, *Luna*, *Mercurius*, *Venus*, *Mars*, *Jupiter* & *Saturnus*; inter planetas tellurem non recenſemus; hic enim conſideramus ſpectatorem terreſtrem tanquam immotum.

Ecli-

Ecliptica eſt circulus ſphæræ maximus quem centrum ſolis proprio motu ab occaſu ad ortum ſingulis annis deſcribere videtur. Hic circulus æquatorem oblique interſecat ſub angulo inclinationis ATC, graduum $23\frac{1}{2}$ circiter. Puncta duo oppoſita in quibus æquator & ecliptica ſeſe mutuo ſecant, *æquinoctialia* dicuntur; puncta autem *ſolſtitialia* appellantur eclipticæ puncta duo oppoſita quæ a punctis æquinoctialibus toto circuli quadrante diſtant; quæque proinde maxime recedunt ab æquatore & in quibus aſcenſus ſolis ſupra æquatorem & deſcenſus infra eundem terminatur. Circulus maximus qui tranſit per utrumque polum & per puncta æquinoctialia, appellatur *colurus æquinoctiorum*. At *colurus ſolſtitiorum* dicitur circulus maximus qui per utrumque polum & per puncta ſolſtitialia traducitur. Cur vero æquinoctialibus & ſolſtitialibus punctis hæc facta ſint nomina in aſtronomiæ progreſſu explicabimus. *Signum cæleſte* eſt duodecima pars eclipticæ & in 30 gradus iterum dividitur. Sex ſunt ſigna borealia per borealem eclipticæ partem diſtributa, hiſque nominibus deſignata: *Aries*, *Taurus*, *Gemini*, *Cancer*, *Leo*, *Virgo*; Sex autem Auſtralia: *Libra*, *Scorpius*, *Sagittarius*, *Capricornus*, *Aquarius*, *Piſces*.

Zodiacus eſt ſphæræ cæleſtis portio, ſeu zona duobus circulis eclipticæ parallelis & gradibus 8, vel 9, hinc inde ab ecliptica diſtantibus terminata, ſub qua planetæ omnes motus ſuos abſolvunt. Dum planeta ab occaſu in ortum ſeu ſecundum *ordinem ſignorum*

rum, aut quod idem ſignificat, in *ſigna conſequentia*, nimirum ab ariete ad taurum, a tauro ad geminos &c., motu proprio fertur; ille planeta tunc temporis *directus* vocatur. Dum autem planetæ motus proprius ceſſare videtur, ſeu dum planeta in eodem cæli puncto morari per aliquot dies cernitur, eundem ſitum fixarum reſpectu ſervans, *ſtationarius* dicitur; *retrogradus* tandem appellatur, ubi contra *ſignorum ordinem* ſeu *in antecedentia*, nempe a tauro ad arietem, ab ariete ad piſces &c. proprio motu incedit.

II. *Circuli declinationis*, ſeu *circuli horarii* ſunt circuli maximi per mundi polos tranſeuntes & proinde æquatori perpendiculares. Sideris vel puncti cujuslibet in ſphæra mundana *declinatio* eſt arcus circuli declinationis inter ſidus vel datum punctum & æquatorem interceptus. *Aſcenſio recta* ſideris eſt arcus æquatoris inter initium Arietis & circulum declinationis ſideris illius comprehenſus, ac ſecundum ordinem ſignorum numeratus. *Circuli latitudinis* ſiderum ſunt circuli ſphæræ maximi per polos eclipticæ & per ſidera tranſeuntes, atque ideo eclipticæ perpendiculares. Hinc *latitudo* ſideris eſt arcus circuli latitudinis inter ſidus & eclipticam interceptus. *Longitudo* ſideris eſt arcus eclipticæ ab arietis initio verſus ortum ſeu in conſequentia uſque ad latitudinis circulum numeratus. Punctum interſectionis eclipticæ cum circulo latitudinis ſideris, dicitur locus ſideris *eclipticus* ſive locus *in ecliptica*, vel locus *ad eclipticam reductus*.

III. Si

III. Si per locum quemvis S, in ſuperficie terræ (Fig. 26.) ducatur per terræ centrum T, linea recta ZSN, quæ ſphæræ cæleſti occurrat in Z & N, punctum Z, dicitur loci S, *zenith* ſeu vertex, & punctum N, vocatur ejuſdem loci *Nadir*. *Horizon Senſibilis*, ſeu *apparens* loci S, eſt ſphæræ circulus hurx, centrum habens in S, & polos in Z & N. *Horizon rationalis* ſeu *verus* eſt circulus HVRX, centrum habens in T & polos in Z & N, ideoque horizonti ſenſibili parallelus.

Circulus *verticalis* eſt circulus quilibet maximus ZVNX, per zenith atque Nadir & per aliud quodcumque punctum in ſphæra mundana tranſiens, ideoque horizonti perpendicularis. *Meridianus* eſt circulus verticalis PZNR, per polos mundi P & p tranſiens ac proinde æquatori perpendicularis, & circulos omnes æquatori parallelos bifariam dividens. Interſectio plani meridiani cum plano horizontis HR vel hr, dicitur *linea meridiana*. Circulus verticalis *primarius* dicitur verticalis ille qui per polos meridiani tranſit. Sit ZVNX, verticalis primarius horizontem rationalem HVRX, interſecans in V & X quem meridianus etiam ſecat in H & R. Puncta quatuor R, X, H, V dicuntur *cardines mundi*; punctum quidem R, in hemiſphærio boreali cardo *ſeptentrionis*; H, cardo *meridiei*; V ad partes orientis cardo *orientis*; & punctum oppoſitum X cardo *occidentis*. Diſtantia horizontis apparentis ab horizonte vero, ſive telluris ſemidiameter ST, ſenſibilis non eſt, ſi conferatur cum ſtellarum diſtantiis, & ideo

ideo terra reſpectu ſphæræ ſtellarum tanquam punctum, & quilibet terræ locus tanquam hujus ſphæræ centrum conſiderari poteſt. Nam omnes fere aſtronomorum obſervationes id ſupponunt, qua facta hypotheſi, computationes aſtronomicæ cum phænomenis cæleſtibus quadrant. Porro quemadmodum ſingula terræ loca pro centro ſphæræ ſtellarum uſurpari poſſunt, ita fingi poteſt in ſpatiis cæleſtibus ſphærica ſuperficies cujus tanta ſit diameter ut illius reſpectu evaneſcat Solis vel ſtellæ datæ a tellure diſtantia, & hujus ſphæræ centrum poterit indiſcriminatim collocari vel in terra, vel in Sole, aut in ſpatio intermedio.

IV. *Altitudo poli* P ſupra horizontem eſt meridiani arcus PR, a polo ad horizontem interceptus. Ea ſemper æqualis eſt arcui ZA, a vertice Z, ad æquatorem AQ, intercepto. Nam ſi ex circuli quadrantibus ZPR, & AZP ſubducatur arcus communis ZP, remanebunt arcus æquales AZ & PR. *Altitudo æquatoris* ſupra horizontem eſt arcus meridiani AH, inter ęquatorem & horizontem comprehenſus; æqualis eſt complemento altitudinis poli ſeu arcui ZP; quod quidem, ablato ex quadrantibus HAZ, & AZP, communi arcu AZ, manifeſtum eſt. *Altitudo apparens* ſideris vel puncti cujuslibet L, in ſphęra mundana eſt angulus Lsv ſub quo ex centro S, horizontis ſenſibilis, videtur arcus Lu, circuli verticalis per L, ducti uſque ad horizontem ſenſibilem hurx. Altitudo *vera* puncti L, eſt angulus LVT, ſeu ipſius menſura, arcus ſcilicet LV, in circulo verticali per L, ducto uſque ad hori-

zon-

zontem rationalem, HVRX. Quare ſtellarum fixarum altitudines apparentes & veræ coincidunt.

Apparentes ſiderum altitudines totjus aſtronomiæ baſis ſunt & fundamentum; igitur qua ratione obſervari poſſunt breviter exponemus. Circuli quadrans SAB (Fig. 27) cujus limbus ACB, in gradus & minuta diviſus eſt, ita ſtatuitur ut filum SCD, pondere D tenſum ideoque verticale, limbum illius radat; deinde ita vertitur ut ſidus L, cujus altitudo obſervanda eſt, per *dioptras* aut per teleſcopium lateri SB, affixum videatur in eodem latere SB, producto. Quo facto, habetur arcus AC, menſura altitudinis apparentis; nam cum filum e quadrantis centro S pendens, ſit ſemper in plano verticali, quadrans ASB, erit etiam in eodem plano, ideoque hr ad SD perpendicularis, erit interſectio horizontis ſenſibilis & plani verticalis per L ducti, atque angulus Lsh, erit ſideris L, altitudo apparens. Sed ſi ab angulis rectis lsA & hSD, ſubducatur communis hSA, remanent æquales anguli, LSh, & ASC; hujus vero menſura eſt arcus AC.

V. Si ſępius obſervetur tum motus Solis in ecliptica, tum ipſius diameter apparens, quam fieri poteſt accuratiſſime, circa datum punctum in plano deſcribi poterit curva ſimilis orbitę quam Sol circa terram percurrere videtur. Nam cum diametri Solis apparentis ſint reciproce ut ipſius a tellure diſtantię, ex datis diametris apparentibus dantur diſtantiarum rationes, & ex dato Solis motu in ecliptica, dantur anguli inter

di-

diſtantias illas contenti. Dies *Solaris* eſt tempus unius revolutionis diurnæ Solis a meridiano ad eundem meridianum; dies autem *ſidereus* ſeu *primi mobilis*, ut dicunt, qui ſemper idem manet, eſt tempus revolutionis diurnæ ſtellæ fixæ a meridiano ad eundem. Si ſtella fixa & Sol in eodem meridiano ſimul obſerventur, ſtella ad eundem meridianum prius redibit quam Sol. Præterea, collatis æquinoctiorum & ſolſtitiorum obſervationibus; innotuit Solem intervallo 8 fere dierum diutius morari in ſignis borealibus quam in auſtralibus; ac tandem æquinoctiorum & ſolſtitiorum antiquas obſervationes cum recentioribus comparando definita eſt quantitas *anni æquinoctialis*, ſive tempus quo Sol motu proprio ab uno æquinoctio ad idem æquinoctium vel ab uno ſolſtitio ad idem ſolſtitium progreditur & ab auctoribus Kalendarii Gregoriani conſtituta eſt 365 dier. 5 hor. 49'. Data autem quantitate anni æquinoctialis, datur motus ſolis medius pro quolibet dato tempore, hoc eſt, motus qui Soli competeret, ſi uniformiter in ecliptica progrederetur. Eſt enim, ut 365 d 5h 49' ad tempus datum ita 360 d quos Sol anni æquinoctialis tempore deſcribit proprio motu, ad arcum eclipticæ dato tempore conficiendum. Hac proportione arcus eclipticæ anno communi 365 d, deſcribendus, eſt 11 ſignorum, 29°. 45' 40"; die uno eſt 59' 8" 20'"; hora una eſt, 2' 28"; minuto uno eſt 2" 28'". Arcus æquatoris qui dato tempore ſub meridiano tranſit ſimili modo invenietur, dicendo: ut 24 horæ ſidereæ ad tempus datum, ita 360 ad

arcum

arcum quæſitum; is ergo una hora erit 15, minuto uno primo erit 15', minuto ſecundo 15". Cum autem Sol die uno deſcribat motu proprio ad æquatorem relato, arcum 59'. 8". 20'" ab occaſu ad ortum, ut inveniatur arcus æquatoris dato tempore ſolari medio ſub meridiano tranſiens, dicatur: ut 24 horæ ſolares ad datum tempus ſolare, ita 360 59' 8" 20" ad arcum quæſitum. His igitur proportionibus tempus ſolare medium vel tempus ſidereum convertitur in gradus æquatoris. Facile autem patet ex dictis diem ſolarem medium æqualem eſſe 24 horis ſidereis cum 3' 59" 32'". Jam vero ſi adhibitis obſervationibus accuratiſſimis conferantur diametri apparentes Solis cum illius angulari velocitate circa terram, apparet areas quas Sol radio ad terram ducto deſcribit, eſſe temporibus proportionales, Soliſque orbitam non multum differre a circulo & haberi poſſe pro ellipſi cujus focum alterum occupat terra. Eſt autem Solis diameter apparens maxima 32' 40" & minima 31' 36" & ideo maxima diſtantia Solis a terra eſt ad diſtantiam minimam ut 32' 40" ad 31' 36", ſive ut 1960. ad 1696 circiter, ſive ut 245 ad 237.

VI. Ex præcedentibus patet in ſphæra cæleſti ſex circulos maximos potiſſimum numerari, nempe *æquatorem*, *Meridianum*, *Horizontem*, *Zodiacum* & utrumque *Colurum*. Præter circulos ſex maximos, conſiderari etiam ſolent in ſphæræ cæleſtis doctrina quatuor præcipui minores circuli. Circuli qui æquatori paralleli per polos Zodiaci tranſeunt, ſive qui a polis zodiaci deſcribun-

buntur, dum ſphæra circa proprium axem convertitur, *Polares* vocantur; *arcticus* quidem qui circa arcticum; *antarcticus* vero qui circa antarcticum; circuli denique æquatori paralleli qui per puncta ſolſtitialia ducuntur, ſive a punctis ſolſtitialibus deſcribuntur, dum ſphæra circa polos mundi rotatur, *Tropici* dicuntur. Qui polo arctico proximior eſt *Tropicus cancri* dicitur; qui autem ad polum antarcticum accedit *Tropicus capricorni* vocatur. Porro cum polares circuli a polis eclipticæ deſcribantur, evidens eſt circulorum illorum a polis mundi diſtantiam eſſe 23°. 29'. Quia vero tropici duo deſcribuntur a punctis ſolſtitialibus quæ ab æquatore diſtant 23°. 29', patet quoque tropicorum ab æquatore diſtantiam eandem eſſe, nempe 23°. 29'. Cæterum evidens eſt omnes cæleſtes circulos ad telluris ſuperficiem transferri poſſe. Itaque *axis telluris* dicitur pars axis mundi per telluris centrum tranſiens, telluris ſuperficie terminata in punctis duobus quæ *poli terræ* vocantur. Polus nobis conſpicuus *borealis* vel *arcticus*, alter autem *auſtralis* vel *antarcticus* appellatur. Interſectio plani æquatoris cæleſtis cum telluris ſuperficie, dicitur *æquator terreſtris*, aut etiam circulus *æquinoctialis*. Quare latitudo loci cujuſvis in ſuperficie terræ eſt ejus diſtantia ab æquatore, ſive eſt meridiani terreſtris arcus inter locum datum & æquatorem interceptus. Unde patet latitudinem loci in ſuperficie terræ, numero graduum, æqualem eſſe declinationi cæleſti verticis ejuſdem loci, ſeu altitudini poli. Simili ratione alii quilibet circuli.

culi ad telluris ſuperficiem referuntur. Verum ut tota hæc ſphæræ cæleſtis doctrina tironibus perſpicue explicetur, in memoriam revocari debent quæ de planorum proprietatibus in geometria demonſtravimus; atque etiam oculis ſubjicienda *armillaris*, ut vocant, ſphæra, circulis ligneis vel metallicis, eo quem enumeravimus ordine, diſtincta.

VII. Supereſt jam ut ſiderum parallaxim breviter explicemus. Diſtantia locorum in ſphæra cæleſti ad quæ ſidus vel phænomenum quodvis e ſuperficie telluris & ex ejus centro ſpectatum refertur, ſive arcus circuli maximi inter illa duo loca interceptus, ipſius ſideris aut phænomeni *parallaxis* appellatur, quæ proinde nulla eſt, niſi terræ ſemidiameter ſenſibilem habeat rationem ad diſtantiam ſideris a terra. Sit T centrum telluris ac cæli, (Fig. 28.) A oculus in ſuperficie terræ, Z zenith loci, A, Q, ſidus vel phænomenum quodvis, CPQ verticalis per Q tranſiens, ZSXH, verticalis in ſuperficie ſphæræ cæleſtis, ABE verticalis in ſuperficie terræ, TH horizon rationalis, & Ah horizon ſenſibilis. His ita conſtitutis, locus *phyſicus* ſideris Q, eſt punctum illud in quo ſideris centrum hæret. Locus *opticus apparens*, ſeu, *viſus* eſt punctum V in ſuperficie ſphæræ cæleſtis, in quo recta ex oculo A, per centrum ſideris Q, ducta terminatur. Locus *opticus verus* eſt punctum S, in ſuperficie ſphæræ cæleſtis in quo terminatur recta linea TQS, ex terræ centro T, per Q ducta. Parallaxis eſt arcus SV, ſive differentia duorum locorum opti-

opticorum. Angulus *parallacticus* qui plerumque etiam parallaxis vocatur eſt angulus AQT, quem in centro ſideris efficiunt rectæ AQ, & TQ, ex oculo A, & ex centro terræ T, ad ſideris centrum Q ductæ. Parallaxis *altitudinis* quæ & parallaxis *ſimpliciter* dicitur; eſt differentia inter diſtantiam ZV, a zenith Z, ex loco A, viſam & diſtantiam veram ZS, ſive eſt arcus SV, in circulo verticali ZSVH; quare manifeſtum eſt altitudinem ſideris veram per parallaxim minui & ejus a vertice diſtantiam augeri. Parallaxis *horizontalis* eſt parallaxis Xh, ſideris P, in horizonte ſenſibili Ah, apparentis. Evidens autem eſt arcum SV eſſe menſuram anguli parallactici AQT. Etenim jungatur TV, erit angulus externus AQT, æqualis duobus internis oppoſitis QTV & QVT; ſed angulus QVT, ſive AVT, evaneſcente AT, reſpectu TV, nullus eſt, ergo angulus parallacticus AQT æqualis eſt angulo QTV, ſeu STV cujus menſura eſt arcus SV.

Manente ſideris a centro terræ diſtantia, ſinus parallaxeos eſt ad ſinum diſtantiæ viſæ ſideris a vertice, in ratione data ſemidiametri telluris ad diſtantiam ſideris a centro terræ. Nam in triangulo AQT, eſt AT ad QT in ratione ſinus anguli parallactici AQT, ſeu ſinus parallaxeos ad ſinum anguli TAQ, ſive ad ſinum diſtantię viſę ZV, a vertice, & ideo datis AT & QT, data eſt ratio ſinuum illorum. Hinc patet ſideris in vertice Z, conſtituti parallaxim eſſe nullam, eandem creſcere cum diſtantia a vertice & in horizonte fieri maximam. Hinc

etiam

etiam colligitur ſinus parallaxium, in paribus ſideris a centro terrę diſtantiis, eſſe ut ſinus diſtantiarum viſarum a vertice, & ideo ſi detur parallaxis ſideris in aliqua a vertice diſtantia, dabitur in alia quavis diſtantia a vertice.

Data ſideris Q, parallaxi AQT, cum angulo ZAV, ſeu diſtantia apparente a vertice, datur in ſemidiametris terrę tum diſtantia QT, ſideris Q, a centro terrę, tum diſtantia ejus AQ, a loco A. Dato enim angulo ZAQ, datur TAQ, complementum illius ad duos rectos; unde ob datum etiam angulum TAQ, dantur tres anguli trianguli QAT, ac proinde datur ratio laterum inter ſe. Hinc data ſideris P, parallaxi horizontali, ſi inferatur: ut ſinus parallaxeos ad ſinum totum, ita ſemidiameter telluris AT, ad quartum, obtinebitur diſtantia PT, ſideris a centro terrę ob angulum TAP, rectum.

Tandem ſinus parallaxeon ſiderum Q, q, in equalibus diſtantiis apparentibus a vertice, ſunt in ratione reciproca diſtantiarum ſiderum a centro terrę. Etenim ut ſinus parallaxeos AQT, ad ſinum anguli ZAV ita eſt AT ad QT; & ut ſinus anguli ZAV, ad ſinum parallaxeos AqT, ita qT ad AT, ideoque ex ęquo ſinus parallaxeos AQT eſt ad ſinum parallaxeos AqT ut qT ad QT. Hinc patet ſiderum in eadem altitudine apparente exiſtentium, illud habere majorem parallaxim quod minus diſtat a centro terrę. Porro hujus doctrinę frequens recurret uſus in phyſices progreſſu.

AR-

ARTICULUS II.

De variis mundani ſyſtematis hypotheſibus.

I. CÆteras inter hypotheſes quę ad explicanda cęleſtium corporum phænomena inventę ſunt, illa prior nobis occurrit quę *Ptolemaica* dici ſolet, non quod veterum aſtronomorum facile princeps Ptolomeus omnia docuerit quę de illa hypotheſi exponi ſolent, ſed quia ab illo præcipuum veluti lumen ac nomen ipſum accepit.

In mundi centro immobilis terra ſtatuitur. Hanc diverſæ, ordine ſuo, ambiunt ſphæræ; prima eſt *Lunæ*, poſt hanc *Mercurii*, deinde *Veneris*, tum *Solis*, dein *Martis* poſtea *Jovis* ac tandem *Saturni*. Prædictas ſphæras complectitur fixarum ſphæra quam *firmamentum* appellant. Fixarum orbem amplectuntur cæli duo quos *cryſtallinos* vocant; horum primum dicitur *ſphæra nona*, alterum vero *decima*, ſequitur tandem & cælum undecimum quod *primum mobile* vocatur.. Duodecimum cælum addiderunt alii quod *Empyreum* dixerunt & in quo Beatorum Sedem conſtituebant. Jam vero in hypotheſi Ptolemaica diurnus ſiderum & planetarum omnium motus ex ortu in occaſum a primo mobili omnibus cælis inferioribus imprimitur; motus autem proprius ſiderum ab occidente in orientem a firmamento vel ſidereo cælo producitur; ſingulorum vero planetarum motus ab occidente in orientem a pro-

proprio cælo oritur, ita ut horum omnium periodus illo temporis ſpatio abſolvatur, quod ex aſtronomicis obſervationibus in planetis ſingulis definitur. Duos cælos cryſtallinos in aſtronomiam invexit Alphonſus Rex Caſtiliæ aſtronomicarum rerum peritiſſimus. Primo cryſtallino tribuebatur motus quem *librationis* motum appellant; ad explicandum ſcilicet motum quo ſtellæ fixæ 70 annorum ſpatio, uno circiter gradu verſus orientem progredi videntur. Alteri autem cryſtallino tribuebatur *trepidationis*, quem dicunt, motus, ad explicandum nempe motum quo ſphæra cæleſtis ab uno polo ad alterum, quaſdam veluti oſcillationes abſolvere credebatur.

Explicandæ ſupererant variæ planetarum a terra diſtantiæ, illorumque retrogradationes ac ſtationes. Planetas in circulis terræ excentricis revolvi ponebant veteres aſtronomi, atque ita facili negotio diverſas a terra planetarum diſtantias expediebant. Ut autem afferrent rationem cur planetæ modo *directi*, modo *retrogradi*, aliquando *ſtationarii* appareant, in ipſa circuli excentrici circumferentia revolvi intelligebant circuli minoris centrum, hunc vero minorem circulum appellarunt *Epicyclum*; circulum autem excentricum vocabant *deferentem*. Jam fingatur circulum deferentem illiuſque Epicyclum moveri motu uniformi ab occidente in orientem ſecundum ordinem ſignorum, & utrumque circulum circa proprium centrum eodem tempore revolvi; ſpectator in centro *deferentis* collocatus, hunc circulum moveri videbit ſecundum

dum ordinem ſignorum; at eidem ſpectatori Epicyclus moveri non apparebit ſecundum hanc directionem, niſi in parte ſuperiori *deferentis*, in parte autem inferiori motu apparenti videbitur progredi contra ſignorum ordinem. Id quidem ex ipſa ſpectatoris poſitione reſpectu Epicycli facile colligitur. Præterea cum motus directus Epicycli in retrogradum abeat, mutationem hanc per gradus fieri manifeſtum eſt, ac proinde *deferentis* motu manente uniformi, ipſum Epicycli motum variabilem apparere neceſſum eſt. Ut autem rei totius diſtincta notio habeatur, per centrum circuli deferentis ſeu oculum ſpectatoris & per ipſum epicycli centrum ducta intelligatur recta ad ſuperiorem epicycli circumferentiam terminata; punctum rectæ ſuperius deſignabit majorem a terra diſtantiam ſeu *apogæum*, ut vocant, punctum autem inferius diſtantiam minorem ſeu *perigæum*. Diameter Epicycli ad hanc rectam perpendicularis hunc dividet in duas partes æquales, ſuperiorem & inferiorem. In puncto Apogæi motus apparet directus, qualis revera eſt, & velocitas *apparens* non differt a velocitate vera, ſeu *reali*. In ſequente circuli quadrante, motus quidem manet directus; at velocitas apparens reali velocitate minor eſt; cum motus directus ad retrogradum vergat. In ſecundo circuli quadrante, motus directus abit in retrogradum, qui motus perpetuo creſcit ad totam uſque ſemicircumferentiam, ubi directo motui æqualis fit; in altera ſemicircumferentia, res ordine inverſo peragitur. Evidens

dens autem eſt ſtatiónem denique fieri in tranſitu e motu directo in retrogradum, vel e retrogrado in directum.

In hac hypotheſi, eodem tempore moveri ponuntur, tum *deferens*, tum *epicyclus*; ac proinde reſpectu ſpectatoris, res perinde ſe habet ac ſi epicyclus in circuli *deferentis* immoti peripheria moveretur; quare diverſæ circulorum velocitatis nulla ratio habenda eſt; at in alio quolibet caſu motuum compoſitio conſiderari debet. Punctum perigæi quod ad planum circuli deferentis pertinet & ad ipſam Epicycli circumferentiam, duplicem admittit motum, unum ſcilicet qui ex ipſo deferente originem habet ſecundum ordinem Signorum, alterum vero contra Signorum ordinem qui erit directus epicycli motus; hic autem motus ob perigæi motum mutatur in retrogradum. Hinc patet ex geometria colligi poſſe varias in *deferente* & *epicyclo* motuum hypotheſes quæ recenſitis planetarum phænomenis ſatisfaciant. Quamvis autem hypotheſis ptolemaica difficilioribus laboret motuum ambagibus, eam tamen ingenioſiſſime excogitatam fuiſſe fatendum eſt. At negari non poteſt ſyſtema illud in quo Mercurii ac Veneris orbitæ tellurem ambiunt, aſtronomicis obſervationibus omnino repugnare. Obſervatur enim Venerem modo ultra, modo citra Solem revolvi, quod de Mercurio conſtanter etiam demonſtrant obſervationes aſtronomicæ. Hinc illud in confeſſo eſt apud omnes, Venerem & Mercurium circa Solem revolvi, minime vero circa terram, ut fingebat Ptolomæus, ita

ut tamen orbita Mercurii ab orbita Veneris contineatur. Præterea Mars aliquando nobis fit Sole vicinior; Mars enim perigæus, ex obſervationibus aſtronomicis, telluri proximior apparet quam Sol; quod fieri nequaquam poſſet; cum orbita Martis orbitam Solis contineat. Hæc Mercurii, Veneris & Martis Phænomena primis Ptolemaici ſyſtematis auctoribus ignota fuere.

Neque eſt quod cælorum ſoliditatem refellamus; hanc prorſus evertunt Cometæ qui libere ab altiſſimis circa nos ſpatiis ad Solem delapſi, inde rurſus emergunt, atque huc illuc ſine certa lege vagantur. Hæc cælorum omnium ſoliditas, etiamſi diaphaneitas foret maxima, luminis tranſmiſſionem ad immenſa ſpatia tandem interciperet. De cælorum ſubſtantia nihil definiverat Ptolomeus, ſolida ne potius, an tenuis haberi debeat. Poſteriores quidam Aſtronomi cælos ſolidiſſimos eſſe voluerunt ut admirabilis motuum cæleſtium conſtantia, cælorumque incorruptibilitas ſalvari poſſent. At conſtantes quas obſervamus motuum cæleſtium leges jam breviter explicavimus in Phyſica generali & in ſequenti capite fuſius evolvemus. Quod ſpectat cælorum incorruptibilitatem, obſervationibus aſtronomicis certiſſimum eſt in Sole & planetis naſci maculas, variaſque accumulari materiæ congeries quę tandem evaneſcunt atque diſſipantur. Nullum dubium eſt quin planetæ non ſecus ac tellus noſtra, variis inteſtinis motibus ſint obnoxii, ac proinde etiam frequentiſſimas

mu-

mutationes patiantur. Quare generalis materiæ corruptio ad corpora quælibet etiam remotiſſima extendi debet ; cum *motus ſit corruptionis & generationis principium*.

II. Aliam mundani ſyſtematis hypotheſim excogitavit Tycho Braheus Nobilis Danus. Hæc hypotheſis quæ ab auctore *Tichonica* nomen obtinuit , tellurem in centro univerſi collocat , circa terram proxime revolvitur Luna , dein Sol , qui , licet moveatur , ipſe tamen eſt centrum motus reliquorum planetarum , ita ut Solem ſtatim ambiat orbita Mercurii , poſtea Veneris , deinde Martis . Tandem poſt Martem veniunt Jupiter & Saturnus; orbitæ Martis, Jovis & Saturni terram continent atque orbitam Lunæ; ſed orbitæ Veneris & Mercurii terram lunæque orbitam perpetuo excludunt; Martis vero orbita ita Solem terramque complectitur ut illius orbita orbitam Solis interſecet, nempe Mars aliquando terræ proximior eſt quam ſit ipſe Sol; omnium tandem planetarum orbitas fixarum ſphæra complectitur; hæc autem ſphæra non ponitur immobilis, ſed duplici agitur motu, uno ſcilicet quo circa tellurem ab ortu in occaſum fertur tempore 24 hor., altero autem quo lentiſſime progreditur ab occaſu in ortum ſub Zodiaco tempore 25000 annorum . Itaque in hypotheſi Tichonica , Sidera, Sol, & Luna circa terram 24 horarum ſpatio ſimul cum cæteris planetis ex ortu in occaſum feruntur. Hoc autem a Tichonicis ita exponi ſolet ut Luna quidem , Sol & Sidera ſecundum Zodiacum lenta periodo ex occaſu in ortum

moveantur ; interim tamen ſingulis diebus circa terram ex ortu in occaſum circulos æquatori parallelos deſcribant. Dum vero ſol circa terram 24 horarum ſpatio convertitur, planetas omnes ſecum circumvehit & abducit, ut ipſi quoque eodem tempore circa terram circulos excentricos peragere videantur; atque ita quidem diurnus Siderum & planetarum omnium motus circa tellurem & proprius circa Solem & terram ipſam, inæqualis etiam magnitudo vel diſtantia planetarum a terra in hac hypotheſi explicantur. Sed explicandum adhuc ſupererat qua ratione directiones, ſtationes, retrogradationes planetarum fierent, & cætera ſequerentur phænomena quæ in planetis deprehenduntur.

Itaque cum animadverteret ſuperioris ſeculi decus Joannes Keplerus duplicem motum in hac hypotheſi planetis concedi, alterum quidem quo circa terram abducerentur a ſole, alium vero quo interim certa quadam periodo circa ſolem moverentur, ex utroque motu, *abductionis* a ſole circa terram & *converſionis* circa ſolem, tertium motum inſtar ſpiralis componi demonſtravit. Jam tellus in centro, T, poſita ſit, (Fig. 29.) circa quam moveatur ſol in circulo ABCD, ſecumque abripiat Jovem circa terram, dum ille interim lentiori motu circa ſolem movetur; ſi jupiter ex F, tendat in G celerius moveri videbitur juxta ſignorum ordinem; cum duplici motu, proprio nimirum & alio quo a ſole abripitur, verſus eandem partem feratur, ideoque *directus* vocabi-

tur,

tur. Si ex G in H vel ex I in G moveatur *ſtationarius* dicetur, quod ibi fere quieſcat & ſub eodem firmamenti loco appareat. Si denique ex H moveatur in I, *retrogradus* erit; videbitur enim ex ortu in occaſum regredi. Cum itaque ſingulis annis unicam convolutionem vel ſpiræ partem, planetæ circa ſolem deſcribant, neque tamen integram periodum ſuam circa ipſum vel circa terram ſingulis annis perficiant, neceſſum eſt ut integra ſpira quæ circa ſolem a Jove deſcribitur, paucioribus convolutionibus componatur, ſpira autem Saturni pluribus, & ita de aliis planetis. Quare frequentiores eſſe debent retrogradationes in Jove quam in Marte, & in Saturno quam in Jove.

Hęc quidem hypotheſis cum phęnomenis quę ad ſiderum motum, diſtantiam, magnitudinem pertinent ſatis feliciter conſentit; at communis eſt opinio illam a Phyſicę legibus abhorrere. Tichonicum ſiſtema profus evertere videntur incredibiles illi motus omnino oppoſiti qui eidem corpori conceduntur, Soli, nimirum, Lunę & fixis ſideribus ut diurno motu circa tellurem ex ortu in occaſum ferantur, eodemque tempore certa periodo juxta zodiaci obliquitatem ex occaſu in ortum progrediantur. Hinc factum eſt ut ſyſtema Tichonicum temperare ſatius exiſtimaverint nonnulli, motum diurnum circa proprium axem telluri tribuendo, dummodo tamen nihil amplius de annuo telluris motu quęreretur. Verum an ſyſtema Tichonicum accuratiori Phyſicę ſatisfaciat definiri non poteſt, niſi antea mo-

tuum cęleſtium cauſas explicare aggrediamur; quod quidem pręſtabimus in capite ſequenti.

III. Ab antiquiſſimis temporibus jam innotuerat ſyſtema aliud quod ſolem veluti centrum univerſi conſtituebat, planetaſque omnes, ne terra quidem excepta, mobiles circa ſolem ponebat. Quidquid ſit de prima hujus hypotheſeos origine quę certe antiquiſſima eſt, hanc excoluit Pythagoras, unde ſyſtema *Pythagoricum* fuit appellatum. Hęc hypotheſis ab Ariſtotelis uſque temporibus fere omnino obſoleverat, cum litterarum & dignitatis ſplendore celebris Nicolaus Cuſanus S. R. E. Cardinalis illam inſtaurare cępit. Eam deinde rudiorem adhuc & imperfectam Nicolaus Copernicus Torunenſis & Varmienſis Eccleſię in Polonia Canonicus, indefeſſo 30 annorum ſtudio ita illuſtravit atque auxit, omnique obſervationum genere perfecit, ut jure meritoque hęc ab illo nomen acceperit. Hanc Copernicus ipſe Romę innumeris fere auditoribus qui ultra duo millia confluere ad ipſum ſolebant, expoſuit & Paulo III Pontifici Maximo dicavit. At nondum comparata fuerat hypotheſis copernicana cum plurimis Sacræ Scripturæ teſtimoniis quæ tellurem immobilem adſtruunt. Sic Eccleſiaſtis cap. 1, v. 40, legitur: *generatio advenit, generatio præterit, terra autem in æternum ſtat*. Pſalm. 103: *qui fundavit terram ſuper ſtabilitatem ſuam, non inclinabitur in ſæculum ſæculi*. Quod vero ſidera atque præſertim ſol ipſe circa terram immobilem moveatur, celebre illud imperium Jo-

Joſue teſtatur cap. 10 Joſ. v. 13: *Sol contra Gabaon ne movearis ..... ſtetitque ſol*. Non deſunt tamen interpretes qui liberius reſpondent allata S. Scripturæ teſtimonia non maximam vim habere; cum Scriptores Sacri ſæpiſſime juxta communem hominum opinionem & ad captum vulgi loquantur: *Moyſes rudi populo condeſcendens ſequutus eſt quod ſenſibiliter apparet*: inquit S. Thom. 1. part. quæſt. 70, art. 1, ad 3. At Sacræ Scripturæ ſenſum explicarunt S. R. E. Cardinales fidei Inquiſitores a quibus damnata fuit hypotheſis Copernicana ſub Paulo V, an. 1616, atque iterum ſub Urbano VIII, an. 1633, eamque Galilæus ſolemniter velut erroneam ſacriſque litteris contrariam ejuravit; licebit tamen copernicanum ſyſtema uſurpare tanquam hypotheſim quæ ſine ullis excentricorum orbium & epicyclorum ambagibus phænomena cæleſtia facilius explicat. Copernicanam hypotheſim qualis ab ipſo Copernico tradita fuit hic juvabit exponere; cætera autem quæ ad accuratius explicandos cæleſtes motus illorumque cauſam inveſtigandam addidit Newtonus mira ingenii ſagacitate, fuſe poſtea declarabimus.

Sol veluti centrum univerſi in medio collocatur. Circa ipſum Mercurius trium fere menſium ſpatio convertitur. Deinde ſequitur Venus octo menſium periodo circa ſolem revolvens, tum orbis ille magnus quem annuo motu circa ſolem peragit terra. Hunc excipit cælum Martis qui duobus annis movetur. Hoc ſequitur cælum Jovis qui duodecim annorum ſpatio periodum ſuam abſolvit. Omnium denique planetarum ſupre-

mus Saturnus triginta annorum ſpatio circulum peragit. Poſtremo ſidera fixa prorſus immota quieſcunt, etſi circa Solem ipſum lento motu progredi videantur, ut 36000 annis integram periodum abſolvant. Quemadmodum vero Luna non circa Solem, ſed circa tellurem ipſam intra menſem movetur, ita quoque ſatellites aut lunulæ quatuor Jovem motibus ſuis coronant & quinque Saturnum. Cum vero cęteri planetę unico motu ex occaſu in ortum, juxta Copernicum, moverentur, triplicem in ſola tellure diſtinguebat motum; *diurnum* nempe circa ſeipſam vel proprium axem, *annuum* per eclipticam circa Solem, & motum *parallelismi* vel *inclinationis* juxta quem axis terrę ſibi conſtanter parallelus eandem ſemper cęli partem reſpiciat; non diſſimili fere ratione qua globus aliquis ita ſuper planum rotari aut etiam ſupra curvam rotæ ſuperficiem circumduci poteſt, ut interim circa ſeipſum moveatur & axem ſemper ſibimetipſi parallelum retineat. Hypotheſim copernicanam eo loci breviter propoſuiſſe ſatis ſit. Cæterum patet ſyſtema Tichonicum ex copernicano & ptolemaico eſſe conflatum; ſeu potius eſſe ſyſtema copernicanum, ut ita dicam, *Inverſum*. Jam nonnulla cæleſtium motuum phænomena in ſyſtemate copernicano exponamus, ut ſyſtematum facilitatem inter ſe conferre liceat.

Cum terra perenni & æquabili motu ex occidente in orientem ſpatio 24 horarum circa ſeipſam rotatur, ſidera, Sol & cæteri planetæ ex notiſſimis opticæ legibus diurno motu ferri videntur ex ortu in oc-

ca-

caſum. Planetæ tamen ſinguli proprio motu atque inæquali periodo ex occaſu in ortum circa ſolem feruntur, ſi ſolem exceperis, qui licet immobilis in univerſi medio perſeveret, annua tamen periodo circa tellurem converti videtur. Si quidem terra, dum circa proprium axem movetur, tardiori etiam motu per orbem magnum ſive zodiacum ſenſim progreditur juxta ſignorum ſeriem, vel ex occaſu in ortum ut unicum fere gradum ſingulis diebus, omnemque periodum unius anni ſpatio conficiat; hinc nobis apparet ſolem per eadem ſigna moveri, hac tamen lege ut cum terra in aliquo ſigno reperitur, E.G. *ariete*, ſol in oppoſito ſigno *Libra* videatur; cum terra in *Cancro* moratur, Sol *capricornum* occupet. Deinde vero cum terra Solem annua periodo revolvens, modo accedat, modo recedat a planetis, debent illi modo majores, modo minores, modo proximiores, modo remotiores videri.

Planetarum ſtationes, directiones & retrogradationes mira facilitate explicantur. Circa ſolem S, in centro poſitum (Fig. 30.) deſcribatur circulus ABCD, quem annuo motu terra percurrit, ſitque EFG circulus alter quem aliquis planeta ſuperior, puta Saturnus motu proprio peragit. Si terra ponatur in A, Saturnus apparebit ſub aliquo puncto vel ſidere firmamenti in M; Si autem terra progrediatur in B & C Saturnus apparebit in N & O. Quare moveri videbitur planeta ex oriente in occidentem & *retrogradus* vocabitur. Si vero terra ex C, deſcendat in D, planeta ſub

eodem firmamenti loco conſiſtere ac quieſcere videbitur, unde *ſtationarius* dicetur. Quandiu vero terra ex C, in D & A movebitur, planeta ejuſque locus in firmamento progredietur ex O in N & M juxta ſignorum ſeriem, unde *directus* appellabitur.

Ex his intelligitur frequentiores eſſe retrogradationes in Saturno quam Jove & in Jove quam Marte; ſive quo planeta remotior a tellure fuerit tardiorique motu in orbita propria feratur, eo citius redire debent ipſius retrogradationes. Si quidem terra quæ proprio motu retrogradationes illas producit, ubi ab aliquo planeta digreſſa fuerit, atque integram periodum ſuam circa ſolem confecerit, citius planetam illum qui tardior fuerit aſſequetur, ut ille iterum retrogradus videatur. Quod ut illuſtrius intelligatur, obſervare juvat dimidiam retrogradationis partem in aliquo planeta tunc peractam eſſe, cum terra eidem planetæ conjuncta fuerit, ſive inter planetam ipſum & ſolem reperiatur; ſic tellus in puncto B, Saturnus in F eſſe debet. Itaque dum tellus a puncto B, vel conjunctione digreſſa integram periodum circa ſolem peragit, Saturnus etiam in orbita propria movetur, atque a puncto F, verſus G per aliquot gradus progreditur; ubi tellus abſoluta periodo circa ſolem ad punctum B pervenerit, iterum Saturno ibi conjungi non poterit; ſed totidem inſuper gradus in orbe proprio debet percurrere quot a Saturno in orbita propria peracti fuerint, ut illi iterum conjungatur, ideoque Saturnus dimidiam novæ retrogradationis

nis partem peregiſſe videatur. Itaque quo plures gradus a planeta in orbita peracti fuerint, ſive quo celerior ſit planéta, eo tardius planetam terra aſſequetur, ut illi conjuncta ipſum rurſus efficiat retrogradum. Quo vero tardior planeta fuerit minoremque graduum numerum in orbita propria deſcripſerit, citius illi iterum conjungetur terra, ipſumque citius retrogradum efficiet. Cum igitur planetæ quo ſuperiores fuerint atque a tellure remotiores, eo etiam tardiores ſint, frequentiores in illis quam in inferioribus retrogradationes contingent. Evidens etiam eſt ſuperiores planetas retrogrados fieri, cum inter illos & ſolem tellus excurrit, dum nempe ſoli opponuntur, ſicut viciſſim ſemper directi eſſe debent, dum inter illos ac terram ſol reperitur, dum nempe planetæ cum ſole conjunguntur.

Eadem omnino ratio adhiberi facile poterit in inferioribus quoque planetis Mercurio & Venere, qui cum celerius periodum ſuam circa ſolem perficiant, inter ſolem & terram ipſam aliquando reperiuntur; unde directi, retrogradi, & ſtationarii videbuntur. Hæc leviter duntaxat attigiſſe ſatis ſit; cæterum ex data telluris & planetarum theoria, geometris difficile non eſt puncta *ſtationum* definire. Mirum autem eſt quam præclare aſtronomorum calculis reſpondeant obſervationes.

Ex ſolo telluris motu facile colliguntur explicata in articulo præcedenti ſphæræ elementa. Dimidia telluris pars radiis ſolaribus expoſita, ſemper illuminatur; pars

autem altera a ſole averſa umbræ immergitur. Verum quidem non eſt accurate integrum telluris hemiſpherium a ſole illuſtrari; ſed, ob magnam Solis a tellure diſtantiam, pars terræ illuminata ita parum differt ab hemiſpherio ut ſine errore velut hemiſpherium haberi poſſit. Itaque circulus qui dimidiam terreſtris ſuperficiei partem ab altera dirimit, luciſque & umbræ confinia terminat, atque ideo *lucis & umbræ terminator* dicitur, pro circulo terræ maximo haberi poteſt. Si locus aliquis ſuperficiei terreſtris in parte illuminata revolvatur, huic loco *Dies* eſt; contra autem *Nox* eſt, ſi revolvatur in parte obſcura. Motus diurnus ab occidente in orientem peragitur; & in loco aliquo dato ſol oritur, ubi locus ille lucis & umbræ terminum, verſus occidentem attingit, contra autem ſol occidit ubi locus ad eundem terminum verſus orientem pertingit. Punctum in quo linea recta telluris & Solis centra conjungens ſuperficiei terreſtri occurrit, ſolem habere dicitur in zenith, qui proinde eſt polus ſeu medium hemiſpherii illuminati punctum. Circulus motu annuo telluris deſcriptus, eſt Ecliptica; quia vero axis terræ ad hujus circuli planum obliquus eſt, æquatorem ſecat (ſub angulo nempe 23°. 29'.); duo interſectionum puncta, *æquinoctialia* appellantur, in quibus ſol apparet, dum axis terræ ad rectam centra Solis & terræ jungentem perpendicularis eſt. Puncta *ſolſtitialia* dicuntur quæ a præcedentibus diſtant 90° & in iis ſol apparet ubi maxime verſus polos declinat. Cum autem

æqua-

æquator ſit circulus maximus quem proinde circulus maximus *lucis* & *umbræ terminator* in duas partes æquales dividit, dies ſub æquatore nocti perpetuo æqualis eſt. Evidens eſt, ſole verſus borealem æquatoris partem apparente, polum borealem eſſe in hemiſpherio illuminato, ac proinde ibi futuram diem ab æquinoctio vernali uſque ad æquinoctium autumnale; contrarium autem accidet polo meridionali. Si locus aliquis ad eam poſitus ſit æquatoris partem verſus quam cadit recta Solis & terræ centra conjungens, locus ille majorem habet paralleli partem in hemiſpherio illuminato, ac proinde hujus loci incolis dies ſunt noctibus longiores; ſed contrarium experiuntur incolæ in oppoſita æquatoris parte quibus nox eſt die longior. Sed hæc omnia fuſius explicabimus in geographia, ubi etiam alia exponemus phænomena quæ ex axis terreſtris *parallelismo* oriuntur. Interim monere ſatis erit axem terreſtrem, quamvis ab ipſa terra circumducatur, dum hæc circa ſolem convertitur, ſemper tamen ſibi ipſi & axi mundi vel æquatoris manere parallelum. Si telluris axis ad planum eclipticæ normalis eſſet, coincideret æquatoris planum cum plano Eclipticæ, & circulus *lucis*, *terminator* in eo caſu per polos ſemper tranſiret, & æquatorem omneſque ejus parallelos in partes æquales ſecaret, ideoque dies noctibus per totum terrarum orbem perpetuo forent æquales, ut ex dictis evidens eſt. Verum axis terræ non eſt ad eclipticæ planum perpendicularis, ſed ad illud inclinatur ſub angulo $66^{\circ}\frac{1}{2}$. Si autem

pla-

planum æquatoris ad cælum uſque protendatur, efficiet in cælo circulum quem æquatorem cæleſtem appellavimus, & hi duo circuli æquator nimirum & ecliptica angulum conſtituunt $23° \frac{1}{2}$. Ita vero in ſua orbita progreditur tellus ut axem ſuum retineat ſibi ſemper parallelum; hoc eſt, ſi ducatur linea quævis axi in quovis ejus ſitu parallela, axis ille in omnibus aliis orbitæ ſuæ punctis eidem lineæ parallelus manebit, nec unquam directionem mutabit, ſed verſus eandem mundi plagam perpetuo dirigetur. Inde autem hic breviter obſervare licet conſtantes dierum tempeſtatumque viciſſitudines; hæ enim non aliunde oriuntur quam ex diverſo modo quo ſol diverſis temporibus terram reſpicit. Cum igitur copernicana hypotheſis modum illum quo terra a ſole reſpicitur, perpetuo conſervet, ac ſolum transferat in terram motum qui in aliis hypotheſibus Soli conceditur, ita ut terra eadem prorſus velocitate, obliquitate & inclinatione circa ſolem moveatur, illumque reſpiciat eodem plane modo quo circa terram ſol movebatur & illam illuminabat, manifeſtum eſt eadem manente cauſa, eoſdem quoque manere effectus, ſive eadem phænomena. Verum quamvis parallelilſmum perpetuo ſervare debeat axis telluris, minime tamen neceſſum eſt ut tertius quidam motus terram exerceat, ut comminiſcuntur aliqui. Et quidem, ſi terra nullo alio motu præter *translationis* motum in orbita ſua feratur, evidens eſt diametrum quamlibet ſibi manere parallelam.

Jam

Jam telluri circa axem rotatio imprimatur, omnes telluris diametri, præter axem, ſitus ſuos conſtanter mutabunt. At axis per rotationem illam e ſtatu ſuo non turbabitur, ac proinde ut prius ſibi ſemper manebit parallelus. Hinc manifeſtum eſt neceſſarium non eſſe tertium quemdam motum ut terra axis ſui paralleliſmum conſervet; nihil enim aliud requiritur niſi ut prædicti duo motus *translationis* ſcilicet & *rotationis* telluri imprimantur. Nam ſi nullus accedat tertius motus, axis neceſſario eidem rectæ perpetuo parallelus erit cui antea fuerat. Hæc autem omnia Tironibus demonſtrari debent, ſubjecto illorum oculis terreſtri globo ex charta vel metallo, ſuis circulis rite diſtincto. Hic autem non conſideravimus lentiſſimam in axis terreſtris *paralleliſmo* mutationem quam axis *mutationem* dicunt; hanc deinde opportuniori loco exponemus.

ARTICULUS III.

De Sole & Stellis fixis.

I. SOlem ſtellaſque fixas, ut pote quę ſunt corpora ejuſdem generis, eodem articulo complectimur. Igneam eſſe ſolis ſubſtantiam aut igni ſimillimam demonſtrant ſimiles ignis ſoliſque effectus. Obſervationes circa ſolare corpus inſtitutæ oſtendunt illius ſuperficiem nequaquam eſſe æqualem & pacatam, ſed veluti mare ignitis fluctibus aſperum candentibuſque undis criſpatum. At præcipue circa ſolem notandum eſt

in ejus ſuperficie apparere fuligines quaſdam ſeu maculas ſubnigras, quæ figuras habent irregulares & inconſtantes. Solares maculas primus omnium teleſcopio detexit Galilæus an. 1610, & eodem fere tempore illas in Germania deprehendit Chriſtophorus Scheinerus. Solares maculæ aliquando plures, aliquando pauciores obſervantur, interdum nullæ; ita ab anno 1653 ad 1670 vix una aut altera deprehendi potuit, cum plures tamen ingenteſque maculæ temporibus aliis fuerint obſervatæ. Quædam ex illis in Solis ſuperficie repente oriuntur ac veluti erumpunt, & lenta periodo circa ſolem ab ortu in occaſum ita moveri videntur, ut poſt aliquod temporis ſpatium nempe dierum 27, ad eandem iterum ſolis partem vel limbum redire obſerventur. Itaque cum maculæ plurimæ duas aut tres periodos perfecerint & quidem ſingulas 27 dierum intervallo, ex macularum ſolarium obſervatione omnino conſtat ſolem circa proprium axem revolvi; atque hac rotatione fit ut maculæ a margine ſolis orientali, medium verſus progredi videantur, deinde ulterius provectæ in oppoſita margine, ſcilicet occidentali, videantur occidere. Ex macularum ſolarium motu demonſtratum omnino eſt axem circa quem vertitur ſol, non eſſe ad orbitæ telluris planum perpendicularem; ſi nempe per centrum ſolis traductus intelligatur axis orbitæ terreſtris, angulum circiter 7° efficiet idem axis cum rotationis ſolaris axe. Itaque æquator Solis, hoc eſt, circulus qui æqualiter diſtat a duabus axis extremitatibus, vel duobus polis, effi-

efficiet cum orbitæ terreſtris plano angulum 7°. Si autem communis planorum illorum interſectio, ad orbitæ terreſtris circumferentiam hinc & inde producta fingatur; dum tellus ad alterutrum ex illis punctis e diametro oppoſitis perveniet, macularum ſemita apparens in hoc caſu erit linea recta, ut patet, cum oculus ſit in ipſo plano motus; ſed in qualibet alia telluris poſitione, æquator ſolaris ſupra oculum attollitur aut infra illum deprimitur; veſtigia macularum erunt ellipſium quędam ſpecies, quod quidem non ſolum demonſtratione geometrica, ſed etiam obſervationibus aſtronomicis compertum eſt. Cæterum quamvis tota macularum periodus ſpatio 27 dierum abſolvatur, non tamen hoc ipſo tempore perficitur ſolis circa axem rotatio quæ calculo aſtronomico definitur dierum $25\frac{1}{2}$. Et quidem macularum ſolarium motus apparens componitur ex motu vero ipſius ſolis circa axem & ex motu axis ſolis circa axem eclipticę; qui quidem duo axes anni unius intervallo eandem ſervant mutuam inclinationem 7° circiter. Quare ad definiendam rotationem Solis circa axem, hujus quoque poſterioris motus ratio habenda eſt. Verum hæc pauca monuiſſe ſatis ſit; neque enim univerſam, data opera, tractamus aſtronomiam, ſed ea tantum ſeligimus quæ ad phyſicam proprio jure pertinent & harum inſtitutionum facilitati atque brevitati ſunt accommodata.

In iis quæ de Solis rotatione diximus, ponitur maculas corpori ſolari adhærere, quod

quod quidem negarunt nonnulli qui exiſtimant ſolares maculas ab ipſo ſole aliquantulum diſtare illaſque circa ſolem revolvi ad modum ſatellitum Jovis; ſed facile refellitur hæc opinio; omni enim caret veriſimilitudine maculas illas quæ ſine ulla conſtanti lege naſcuntur & diſſolvuntur, tam regulari motu revolvi, niſi ab ipſo ſole certa periodo abripiantur. Cæterum quæ de macularum illarum natura & de ipſa Solis ſubſtantia a Phyſicis dici ſolent incerta omnino ſunt, neque iis diutius immorandum putamus.

II. Antequam de ſtellis fixis quidquam ſtatuamus, immenſam eſſe illarum a terra diſtantiam pro certo haberi debet. Etenim nullam in ſtellis fixis parallaxim demonſtrare hactenus potuerunt ſubtiliſſimæ etiam obſervationes; eodem plane modo apparent in remotiſſimis etiam & e diametro oppoſitis orbitæ terreſtris ſeu *orbis magni* punctis, ac proinde orbis magni diameter nullam cum fixarum diſtantia habet proportionem quæ obſervari poſſit, & inſtar puncti ſe habet. Cum autem diameter illa duplæ diſtantiæ ſolis a terra æqualis ſit, hinc immanem ſtellarum a terra diſtantiam judicare licet. Et equidem ipſa ſtellarum magnitudo diverſis anni temporibus eadem apparet, atque etiam invariabilis omnino obſervatur mutua ſtellarum diſtantia, quamvis terra ad ſtellas aliquas ſex menſium ſpatio per totam orbitæ ſuæ diametrum accedat, ac proinde etiam per eandem diſtantiam ſequentibus aliis ſex menſibus ab iis recedat. Cum ergo in apparenti ſtellarum ſitu nullam variationem de-

deprehendere poſſimus, id manifeſto eſt indicio illas ad ingentem a tellure diſtantiam poſitas eſſe, & rem perinde ſe habere ac ſi terra locum non mutaret. Quamvis autem ſyſtema copernicanum velut hypotheſim tantum proponamus, hic tamen obiter obſervandum eſt nullius roboris eſſe argumentum, quod ex parallaxeos defectu & ex conſtanti ſtellarum diſtantia apparente adverſus ſyſtema illud objiciunt aliqui; ex dictis enim evidens eſt nihil aliud concludi poſſe, niſi maximam ſtellarum diſtantiam, quæ quidem in dubium vocari non poteſt, etiamſi ignota omnino ſit; rem facili exemplo illuſtrabimus; ſi turres duas conſpiciamus in exigua a ſe invicem diſtantia, ſed pluſquam decem mille paſſuum intervallo ab oculis remotas, turrium illarum mutuam diſtantiam & apparentem magnitudinem haud mutatas obſervabimus, ſi unico paſſu accedamus; multo propius nos accedere neceſſum eſt, ut mutatio aliqua percipi poſſit. Igitur quamvis terra ad ſtellas nonnullas accedat & ab iis recedat, tantilla tamen eſt differentia, ſi cum ſtellarum diſtantia comparetur, ut omnino evaneſcat, non ſecus ac in exemplo propoſito.

III. Diverſæ obſervantur ſtellarum magnitudines, quæ quidem varietas, ſaltem ex parte, tribui poteſt ipſi diſtantiarum differentiæ, non autem alicui in ipſa reali magnitudine diverſitati. Sed quidquid ſit, recepta eſt apud aſtronomos ſtellarum in ſeptem magnitudinis claſſes diſtributio; illas nempe quæ luce præcellunt, ſtellas vocant *primæ magnitudinis*, deinde *ſecundæ* quæ paulo

lo minori ſplendore fulgent & ita deinceps ad ſeptimum uſque ordinem. Licet vero antiquum & vulgatum ſit ſeptem tantum eſſe fixarum claſſes & magnitudines; non tamen exiſtimandum eſt unamquamque ſtellam ad claſſem aliquam ita accurate referri poſſe, ut eundem omnino ſplendorum demonſtrent ſtellæ quæ ad eundem ordinem pertinent; imo tot conſtituendi ſunt magnitudinum ordines quot fere ſunt ſtellæ, & raro admodum duæ cernuntur fixæ ejuſdem lucis; atque hinc factum eſt ut ſtellas quaſdam velut primæ magnitudinis habeant nonnulli aſtronomi, quas inter ſtellas ſecundę magnitudinis recenſent alii. Verum ſtellas non tantum magnitudine ſua deſignant aſtronomi, ſed eas quoque per ſitum mutuamque poſitionem in ordinem referunt & in *aſteriſmos* ſeu *conſtellationes* diſtribuunt; itaque *conſtellationem* vocant plurium ſtellarum certo ordine diſpoſitarum ſyſtema. In his autem conſtellationibus animantium formas aliarumve rerum imagines finxernnt veteres aſtronomi quas recentioribus retinere placuit. Quod ſpectat apparentem ſtellarum diametrum, omnem fugit oculorum aciem, quidquid dicant aſtronomi nonnulli. Etenim fingamus diametrum apparentem *Sirii* eſſe 18" qualem ſibi apparuiſſe affirmant aliqui; ſi rectæ duæ duabus diametri extremitatibus ad oculum protenſæ inermi oculo appareant ſub angulo 18"; adhibito teleſcopio quod ducentis vicibus objectum amplificaret, eadem ſtella ſub angulo 3600", hoc eſt, unius gradus ſeſe conſpicuam præberet. Quarę Sirius teleſcopio obſervatus diame-

trum

trum ſolari vel lunari diametro duplo majorem exhiberet. At certum eſt Sirium eximio etiam teleſcopio obſervatum, ipſo Marte haud majorem apparere; eſt autem diameter Martis in minima a tellure diſtantia circiter 30". Quare cum teleſcopium apparentem Sirii diametrum ducenties augeat, quæ tamen diameter eſt 30"; hinc patet oculo inermi diametrum hanc eſſe duntaxat triginta ſecundorum partem ducenteſimam, hoc eſt, circiter 9'"; quæ quidem diameter nulla oculorum acie percipi poteſt. Itaque quod ſtellas fixas ad enormen diſtantiam præclare videamus, id tribuendum eſt aſcititiis ſtellarum radiis quibus teleſcopiorum ope exuuntur; id autem vulgaris lucis exemplo illuſtrabimus. Experientia notum eſt candelam accenſam in diſtantia ſex milliarium ſub angulo ſatis magno, noctu pulchre lucere. At ſi interdiu aliud quodlibet objectum ejuſdem magnitudinis ad eandem diſtantiam contemplemur, oculis ſeſe omnino ſubducet. Hujus quidem phænomeni ratio eſt quod corpora lucida radios undequaque emittant longe vividiores, quam faciant corpora non lucida ex quibus emanant languidiores radii & reflexione debilitati. Itaque lux vividior retinæ fibras vi longe majori percellit; atque inde fit ut lucida corpora juſto majora errore optico judicemus.

IV. Ingentem & fere immenſam ſtellarum multitudinem admirabitur qui teleſcopio cælum voluerit contemplari. In catalogo Flamſtedii longe ampliſſimo numerantur ſuoque loco accurate notantur ſtellæ ter

mille

mille, ſed minima omnino & fere nulla pars eſt infiniti propemodum ſtellarum numeri quibus exornatur cæleſtis fornicis majeſtas, admirandum plane divinumque ſpectaculum. Mutationes aliquas in ſtellis obſervarunt aſtronomi; perierunt ſtellæ plures a veteribus notatæ, novæ renaſcuntur, ipſæ etiam aliquando perituræ; ſtellæ quædam extinguuntur & poſt certam periodum rurſus reſplendent. Inter ſtellas illas maxime celebris eſt quæ in *collo ceti* videtur; hæc octo vel novem anni menſibus evaneſcit, reliquis quatuor vel tribus menſibus varia magnitudine ſe videndam præbet; neque ſingulis annis eandem obtinet magnitudinem; quandoque ſecundi ordinis fixas ſuperat, aliquando in tertio ordine vix conſiſtere videtur, nec eodem ſemper temporis ſpatio ſui copiam facit; nam ſæpe non ultra tres menſes, ſæpe etiam per quatuor integros & amplius conſpicitur, neque æquis temporum intervallis incrementa ſumit. Præterea ex aſtronomorum obſervationibus conſtat ſæpius novas aliquas prius latentes emicuiſſe ſtellas quæ per aliquod tempus inſignes & maxime conſpicuæ apparuere, ſed deinde paulatim decreſcentes, tandem evanuere quaſi extinctæ. Ex his ſtellarum mutationibus factum eſt ut ſuſpicati ſint aliqui in ſtellarum illarum ſuperficie generari craſſiores maculas quæ primum aliqua ex parte, deinde totam ſtellam tegunt & tandem diſſipantur. Verum hæc opinio omni caret veriſimilitudine; creditu enim difficile eſt maculas illas conſtanti periodo naſci atque diſſipari. Preterea ſuis quoque maculis ob-

no-

noxiæ eſſent ſtellæ omnes aliæ. Igitur longe probabilius conjectatur clariſs. D. de Maupertuis in opuſculo de figura aſtrorum, magis attenuata & compreſſa eſſe aliquarum ſtellarum corpora. Hinc fit ut dum ſtellæ illæ circa axem convêrtuntur, pro majori vel minori reſpectu terræ inclinatione, majorem vel minorem oſtendant diſci ſui partem. Hinc pro varia rotationis periodo, certa lege mutationes varias ſubire videbitur ſtellarum illarum lux, imo extingui omnino, deinde ad priſtinum ſplendorem per gradus reditura. Verum hæ ſunt probabiles quidem, ſed meræ tamen conjecturæ.

Quamvis de ſtellarum natura, ob immenſam illarum diſtantiam judicium ferre vix liceat, certum tamen eſt ſtellas eſſe totidem Soles qui proprio fulgent lumine. Etenim ſtellæ a nobis longe remotiores ſunt quam Saturnus; ipſo Saturno licet minores appareant, longe tamen ſplendidius reſulgent; ſtellæ igitur ex Sole, quemadmodum faciunt planetæ, lucem ſuam mutuari non poſſunt. Verum nullus alius, præter Solem, cognitus eſt fons ex quo lumen ſuum haurire poſſint; propria igitur ſplendent luce ac proinde velut ſoles haberi debent. Quæ cum ita ſint, vix credibile eſt Deum tot Soles in remotiſſimis locis ſolitarie locaſſe, nullaque proximiora iis adjunxiſſe corpora quæ horum luce & calore foveantur. Cum enim Deus ſapientiſſimus nihil fruſtra creaverit, probabiliſſimum eſt ſolem unumquemque ſuo quoque planetarum agmine adornari qui circa hos Soles, diverſis periodis, ad

ad diverſas diſtantias, lunis quoque ſuis ſtipati revolvuntur.

V. Duplicem eſſe ſtellarum motum jam antea generatim obſervavimus, unum nempe diurnum quo fixæ ab ortu in occaſum ſingulis 24 horis moveri videntur in circulis æquatori parallelis; alter autem eſt motus quo circa polos eclipticæ ſecundum ordinem ſignorum ferri videntur lentiſſime, ita ut 71 vel 72 annorum ſpatio unicum circuli ſui gradum deſcribant, hoc eſt 51'' ſingulis annis. Hunc duplicem motum apparentem eſſe duntaxat tuentur copernicani; primam motus ſpeciem jam ſatis explicavimus, motum alterum nunc exponemus. Si veteres obſervationes cum recentioribus comparentur, eandem ſtellarum latitudinem ſive diſtantiam ab ecliptica nullatenus mutatam deprehendemus; ſecluſa tamen exigua variatione quæ ex axis terreſtris mutatione minima oritur. At longitudinem ſuam ſtellæ mutare deprehenduntur; ita longitudo ſtellæ quæ *cor Leonis* appellatur, Ptolomei temporibus an. 138 erat 2°. 3''; Flamſtedius an. 1690 ejuſdem ſtellæ longitudinem invenit 25°. 31' 20''. Collatis autem intermediis obſervationibus plurimis, annuum longitudinis incrementum colligitur 5''. Itaque ponamus ſtellam aliquam dato aliquo tempore in eclipticæ & æquatoris interſectione locatam eſſe, poſt 100 annos ſtella iſta verſus orientem promovetur longitudine 1°. 23' circiter; hæc ſtella adhuc quidem manebit in ecliptica, ſed extra æquatorem. Igitur ſtella cum verſus orientem progrediatur, eclipticæ & æquatoris interſectionem præce-

cedit, quæ proinde interſectio verſus occidentem reſpectu ſtellæ conſtituitur. Quare Sol ad eclipticæ & æquatoris interſectionem pertingit, ideoque ęquinoctium celebrat, antequam perveniat ad ſtellam in qua æquinoctium centum ante annos contigerat. Hæc anticipatio vocari ſolet *præceſſio æquinoctiorum*; evidens autem eſt hanc pręceſſionem in punctis ſolſtitialibus locum etiam habere.

In hypotheſi copernicana motus ille eſt duntaxat *apparens*; rem totam ita explicant. Intelligamus axem diurni motus telluris eſſe ſemper inclinatum ſub angulo $23^\circ \frac{1}{2}$ ad planum eclipticæ, quæ eſt telluris orbita circa ſolem, vel, quod idem eſt, ponamus axem æquatoris terreſtris efficere angulum $23^\circ \frac{1}{2}$ cum axe eclipticæ. Jam ſi axes illi ad ſtellas uſque producti intelligantur, axis unus inter ſtellas deſignabit punctum quod erit polus eclipticæ terreſtris, alter autem axis deſignabit punctum $23^\circ \frac{1}{2}$ remotum quod erit polus noſtri æquatoris. Hi duo poli neceſſario determinant ſuos circulos a quibus diſtant 90°, ac proinde notę ſunt ſtellæ per quas tranſeunt telluris ecliptica & æquator, ideoque notæ ſunt etiam aliarum fixarum ab iiſdem circulis diſtantiæ. Hęc quidem omnia manent omnino immutata, ſi terreſtris æquatoris axis ſibi ſemper maneat parallelus; neque enim orbis annui magnitudo obſtare poteſt quominus axis ille iiſdem cęli punctis per totum annum reſpondeat & iiſdem immineat polis; cum orbis

annuus velut punctum reſpectu immenſę ſtellarum diſtantiæ conſiderari debeat? At ponamus axem illum eſſe mobilem reſpectu axis eclipticæ immotum circa quem dato tempore revolvatur, eundem tamen cum ipſo angulum ſervans; tunc axis ille mobilis varios terræ polos in cęlo ſucceſſive deſignabit, ac proinde ęquator terreſtris in cęlo perpetue mutabitur, immutata tamen manente telluris ecliptica cujus axis eſt immobilis, ac proinde ecliptica per eaſdem fixas perpetuo tranſibit, conſtante manente illius angulo cum ęquatore, ideoque nulla erit in ſtellarum poſitione variatio reſpectu eclipticę, ſed tantum reſpectu ęquatoris; quod idem omnino eſt ac ſi fixę circa ęquatoris polos revera moverentur. Huc ergo tota redit copernicana explicatio, ut nempe terreſtris ęquatoris axis circa axem eclipticę circulari motu deferatur, eodem manente angulo. Requidem vera, axis ęquatoris hoc modo moveri non poteſt, niſi ſuum paralleliſmum turbet aliquantulum, quod contrarium videtur iis quę de axis terreſtris paralleliſmo jam ante conſtituimus. Verum de pręceſſione ęquinoctiorum & de axis terreſtris nutatione opportunior dicendi locus recurret in aſtronomia phyſica; hęc pauca generatim attigiſſe nunc ſatis ſit.
Cęterum cum immobiles ſint ſtellę fixę, earumque poſitio & mutuus ordo aſtronomicis obſervationibus innoteſcant, hinc patet ſtellarum uſus in aſtronomia; nempe ad loca ſtellarum velut ad puncta fixa & *comparationis terminos*, referendi ſunt cęleſtium corporum motus. Etenim motuum menſu-

ram

ram ex eodem loco habere non poſſumus, niſi ope angulorum quos ſpatia percurſa in oculo ſpectatoris efficiunt; quare ad hunc uſum adhiberi debent ſtellę tanquam puncta lucida in ſphęrę concavitate locata, cujus ſphęrę radius eſt indefinitus, centrum autem eſt oculus ſpectatoris.

ARTICULUS IV.

De Stellis Erraticis, ſive de planetis & cometis.

I. COpernicanam hypotheſim explicantes jam diximus in noſtri ſyſtematis centro poſitum eſſe Solem circa quem trium menſium ſpatio Mercurius revolvitur. Verum an circa proprium axem revolvatur aſtronomicis obſervationibus compertum non eſt. Hujus planetæ diameter eſt $\frac{1}{300}$ diametri Solis. Illius a Sole diſtantia maxima eſt 5137 diametrorum terreſtrium, minima autem 3377. Alii deinde planetæ hoc ordine ſequuntur. Venus diametrum habet $\frac{1}{100}$ diametri Solis; circa axem revolvitur, horarum ſpatio circiter 24; & circa Solem intervallo menſium ſeptem, dierum 15. Maxima illius a Sole diſtantia eſt 8008 diametrorum terreſtrium, minima autem 7898. Telluris a Sole diſtantia maxima, eſt diametrorum 11187, minima autem 10813. Circa proprium axem revolvitur ſpatio 24 horarum, & prręterea axis ille motu conico defertur illiuſque revolutio abſolvitur annis 25000. Mars circa ſeipſum rotatur in-

tervallo 25 horarum & circa ſolem duorum annorum ſpatio periodum ſuam abſolvit. Maxima illius a Sole diſtantia eſt 18315 diametrorum terreſtrium, minima autem 15213. Illius diameter eſt $\frac{1}{170}$ diametri ſolaris. Jupiter horarum 10 intervallo circa ſuum axem convertitur, duodecim autem annorum ſpatio circa Solem; ejus diameter eſt $\frac{1}{9}$ diametri ſolaris illiuſque maxima a Sole diſtantia eſt diametrorum terreſtrium 59950, minima autem 54450. Saturnus circa Solem triginta annorum ſpatio revolvitur; an vero circa axem convertatur aſtronomicis obſervationibus definitum non eſt. Maxima illius a Sole diſtantia eſt diametrorum terreſtrium 110935, minima autem 98901. Præter illos ſex planetas qui *primarii* appellantur, alii quoque obſervantur minores planetæ qui *ſecundarii* ſeu *ſatellites* dicuntur; hi revolvuntur circa ſolem & circa planetas primarios. Ita Luna eſt Satelles terrę; Jupiter habet quatuor Satellites, & Saturnus quinque, ſed de planetis ſecundariis ſermo erit in articulo ſequenti. Aliud eſt planetarum genus qui *cometæ* vocantur; hi autem in orbitis valde excentricis, multumque elongatis ſuas periodos circa ſolem abſolvunt; atque hinc fit ut in exigua duntaxat curſus ſui parte ſeſe conſpiciendos prębeant. Mirari ergo non debemus quod de cometarum periodis nihil reliquerint veteres aſtronomi. Sic tamen vaticinatus eſt Seneca: *Veniet tempus quo ipſa quæ nunc latent dies extrahet & longioris ævi diligentia.* Aſtronomicum illud

vati-

vaticinium implevit Newtonus qui planetarum legibus ipſos quoque cometas ſubjici demonſtravit. Doctrinam Newtonianam perfecit & incredibili diligentia nuperrime tractavit vir non ſatis laudandus Clairaltius in eximio opuſculo: *de cometarum Theoria*.

II. His de planetarum ordine generatim præmiſſis, jam qua ratione planetarum cometarumque phænomena innotuerint paulo fuſius explicandum eſt. Quod planetas ſpectat, Mercurius ac Venus dicuntur planetæ *inferiores* eo quod uterque infra tellurem circa ſolem revolvantur; & contraria ratione, Mars, Jupiter & Saturnus dicuntur planetæ *ſuperiores*, eo quod ſupra terram ſuas periodos abſolvant. Mercurius & Venus diverſis phaſibus non ſecus, ac Luna ſunt obnoxii. Pleno orbe modo fulgere videntur, modo autem falcati apparent; per ipſum ſolem tranſire aliquando obſervantur, & in illius diſco maculam nigram atque rotundam pingunt, donec ex ipſo Solis diſco emergant. Inde autem evidens eſt Mercurium & Venerem eſſe corpora opaca & reflexo ſolis lumine duntaxat fulgere. Etenim ſi propria ſplenderent luce, jam in diverſis cum Sole aſpectibus ſuum retinerent ſplendorem, nec diſcum ſolarem macula nigra inficerent. Suas quoque phaſes Mars patitur, totus rotundus aliquando obſervatur, aliquando autem tantiſper falcatus. Quare Martem opacum eſſe eadem ratione concluditur. Quod Jovem & Saturnum attinet, nullas in iis phaſes deprehendere licet, ob maximam illorum a ſole diſtantiam qua fit ut eodem fere modo e terra videantur quo

 vide-

viderentur e ſole. Verum cum planetæ illi umbram projiciant Soli oppoſitam qua fit ut ſatellites huic umbræ immerſi per vices oculis evaneſcant & in conſpectum redeant; atque etiam cum ipſi Satellites inter planetas primarios & ſolem conſtituti, umbram facile conſpicuam in ſuos planetas emittant, certum omnino eſt tum planetas, tum Satellites eſſe corpora opaca.

III. Cum planetæ ſint corpora opaca, mirandum non eſt eos maculis fædari; quandoquidem ſplendidiſſimum corpus Solare ſuis quoque non caret nævis. Jupiter, Mars & Venus, ſi teleſcopio ſpectentur, ſuas nobis manifeſtant maculas, ex quarum motu conſtat planetas illos circa axes rotari, ſimili prorſus argumento quo ſolarem vertiginem demonſtravimus. Mercurius in ſolis vicinia perpetuo commorans, ſolaribus radiis ita abſorbetur atque immergitur ut nullas in eo maculas dignoſcere liceat; & contraria ratione nullas maculas oſtendit Saturnus ob maximam planetę hujus a ſole diſtantiam lucemque debiliorem. Probabile tamen eſt & ex analogia naturæ colligitur Mercurium quoque & Saturnum circa axes ſuos revolvi. In Jove præter maculas, plures obſervantur *faſcia* ſibi invicem parallelę quę eandem non ſervant conſtantem magnitudinem nec eaſdem diſtantias; modo creſcunt, modo decreſcunt, aliquando a ſe invicem longius recedunt, aliquando accedunt proprius & plures una cum maculis mutationes patiuntur.

Saturni figura ſingularis omnino eſt; hunc exornat annulus lucidus, formæ ellipticæ

cujus

cujus axis major conſtans eſt & diametri Saturni pluſquam duplus; axis autem minor alternis vicibus certaque periodo dilatatur & contrahitur; hinc fit ut annulus ille diverſas induat formas atque aliquando etiam omnino evaneſcat. Ex diverſis annuli Saturnii phænomenis facile intelligitur annulum hunc eſſe veluti diſcum tenuiſſimum qui pro diverſa poſitione, ſecundum opticę leges, diverſas debet figuras referre. Talis eſſe poſſet hujus annuli poſitio ut Saturnum coronæ inſtar cingeret, atque conſtanti manente hac poſitione, integra corona ſemperque lucida fulgeret, non ſecus ac lucidum perpetuo apparet Saturni hemiſpherium telluri obverſum. In hoc caſu recta ex oculo ſive ex telluris centro ad centrum Saturni ducta, quæ *viſualis radius* appellari poteſt, ad planum annuli perpendicalaris foret vel parum inclinata. At Saturni annulus longe aliam poſitionem habet; illius planum ad *viſualem radium* valde inclinatur ita ut magna pars annuli pone Saturni globum ſemper lateat, altera autem verſus apparentem Saturni diſcum promineat. Itaque annuli partes illæ duntaxat ſunt conſpicuæ quæ extra ipſum Saturni globum erumpunt; duæ ſcilicet oppoſitæ, ſimiles & æquales annuli portiones, quæ, ob figuram, *anſulæ* ſolent appellari. Suis anſulis aliquando ſpoliatus obſervatur Saturnus totuſque rotundus apparet; ita nempe reſpectu ſolis poſitus eſſe poteſt annulus; ut illius planum productum tranſeat per centrum ſolis. In hoc caſu tenuior annuli pars radiis ſolaribus illuſtratur; quia vero tanta

non eſt annuli craſſities ut oculos noſtros poſſit afficere, annulus oculis ſeſe ſubducit. In hac poſitione, dimidio ſolis diſco illuſtratur unaquæque oppoſita annuli ſuperficies, & præterea ſolares radii in ſuperficies illas valde oblique incidunt ac proinde etiam ad oculos noſtros obliquo reflectuntur. Quare cum reflexio lucis ſit valde obliqua & in tanta diſtantia debilior, conſpicuæ eſſe non poſſunt anſulæ. Si annulus productus non tranſeat per centrum ſolis, parum tamen diſtet a centro, res perinde ſe habebit, donec tandem annulus ad eam perveniat poſitionem in qua radios ſub angulo ſatis magno excipere poſſit, atque in hoc caſu una duntaxat annuli ſuperficies illuminabitur, altera manente in umbra. Si annuli ſuperficies illuminata oculo noſtro obvertatur, jam conſpicuæ fient anſulæ; at ſi pars obſcura ad nos convertatur, anſulæ evaneſcent & Saturnus apparebit rotundus. Quare patet in definiendis annuli Saturnii phaſibus habendam eſſe rationem poſitionis annuli reſpectu ſolis & reſpectu oculi. Si planum annuli tranſeat per oculum, jam anguſtior annuli pars verſus oculum dirigitur, ac proinde annulus evaneſcit; mutata autem annuli poſitione reſpectu oculi, ſupra alterutrius ſuperficiei planum attollitur oculus. Si attollatur ſupra illuminatæ ſuperficiei partem, anſulæ apparent, dummodo tamen radios ſub nimia obliquitate oculus non excipiat; ſi vero attollatur oculus ſupra obſcuratam ſuperficiem, anſulæ iterum evaneſcunt. Hæc ſatis ſint de annulo saturnii quæ ita feli-

cìter inventa-ſunt, ut pro varia ſolis, telluris & Saturni poſitione, varias annuli Saturnii phaſes certo prædicere liceat.

IV. Planetarum a terra diſtantias cum recentioribus aſtronomis jam conſtituimus, qua methodo autem definiri poſſint diſtantiæ illæ explicavimus capite primo ubi de ſiderum parallaxi. Tota parallaxium doctrina pendet ex conditionibus quinque, ſcilicet ex diſtantia oculi a planeta, ex diſtantia planetæ a centro terræ, ex telluris ſemidiametro, ex altitudine ſideris vera aut apparente, tandem ex angulo parallaxeos. Datis autem tribus conditionibus ex his quinque, aliæ duæ facile inveniuntur, ut patet ex elementis Geom; cum in triangulo parallactico tria data ſint ex quibus alia duo colliguntur. Nunc vero exponamus qua ratione inveſtigari poſſint planetarum a ſole diſtantiæ. Sit S ſol, T terra (Fig. 31.), ſitque AVB orbita Veneris quam velut circularem conſideramus, & ducatur tangens TV; angulus STV, erit elongatio maxima Veneris a Sole; patet enim in hoc caſu omnium maximum eſſe angulum rectis e terra ad Solem & ad Venerem ductis comprehenſum, quem angulum *elongationem* Veneris appellant. Jam in triangulo rectangulo SVT, erit ST, diſtantia ſolis a terra ad SV, diſtantiam Veneris a ſole ut radius ad ſinum anguli STV, elongationis a ſole quæ obſervatione nota eſt. Hæc methodus valet tantum in planetis inferioribus; at in planetis ſuperioribus alia ineunda eſt via. Si planetæ ſuperiores habeant ſatellites quales ſunt Jupiter & Saturnus, diſtantia ob-

tinetur hoc modo. Sit I locus Jovis (Fig. 32.) ducatur SI centra Jovis & ſolis conjungens producaturque in M, erit IM, axis umbræ Jovis cujus poſitio per ſatellitum eclipſes determinatur, ac proinde habetur locus *heliocentricus* Jovis ſeu e ſole viſus. Agatur TI centra Jovis & terræ conjungens eaque producatur in N, erit N, locus Jovis e terra viſus, ſeu locus *geocentricus*. Angulus NIM vel TIS, eſt differentia locorum heliocentrici & geocentrici, obſervatione autem notus eſt angulus ITS, elongatio Jovis a ſole, ac proinde in triangulo TIS, dati ſunt anguli omnes, ideoque data eſt ratio laterum; quare dabitur ratio diſtantiæ Jovis a ſole SI, ad diſtantiam ST, telluris a ſole. Porro ſub angulo TIS, videretur e Jove ſemidiameter ST, orbitæ terreſtris, ſive quod idem eſt, angulus TIS, eſt elongatio terræ a Sole qualis videretur ſpectatori in Jove.

In planeta quolibet ſuperiore adhibetur parallaxis annua ad determinandam planetæ diſtantiam a Sole. Sit I planeta quilibet ſuperior, ſitque A, locus terræ inter Solem & planetam. Ducatur tangens IT, ad telluris orbitam, planeta I ad eundem locum referetur ex Sole S, & ex tellure in A, viſus. At ſi tellus ſit in T, & ibi quieſcat, e terra videbitur planeta ſecundum directionem TI, ac proinde motu retrogrado percurreret arcum qui eſt menſura anguli TIS, quem nempe orbitæ terreſtris ſemidiameter ST, ſubtendit in I. Quare, angulo illo per obſervationem dato, erit illius ſinus ad radium ut ST ad

SI

SI, ſive ut diſtantia terræ a Sole ad diſtantiam planetæ a Sole; verum habenda eſt ratio motus proprii planetæ, qui quidem notus eſt. Cæterum ex demonſtratis evidens eſt hanc methodum in planetis inferioribus non valere, cum telluris orbita planetarum inferiorum orbes contineat. Porro ob maximam planetarum ſuperiorum a terra diſtantiam manifeſtum eſt, ſatis non eſſe illam adhibere parallaxim quæ ex telluris ſemidiametro pendet & quæ vocatur *parallaxis diurna*, baſis enim in tanta diſtantia nimis exigua foret; atque neceſſarium omnino eſt confugere ad *parallaxim annuam*, quæ nempe pendet ex terreſtris orbitæ ſemidiametro; ſcilicet in parallaxi diurna conſiderantur ſtationes duæ, vel ſpectatores duo, unus in telluris ſuperficie, alter autem in centro. At in parallaxi annua ſubſtituuntur ſpectatores, unus in tellure, alter autem in ſole, atque in hoc caſu habetur baſis ſatis magna ad quam referri poſſunt aliæ quælibet in ſyſtemate ſolari diſtantiæ. Cæterum quæ hactenus diximus valent duntaxat in orbitarum circularium hypotheſi; ſed veras planetarum orbitas deinde conſiderabimus.

V. Demonſtrationes præcedentes pendent ex diſtantia ſolis a terra; hanc autem diſtantiam variis methodis quæſiverunt aſtronomi. Parallaxium ope inveniri poſſe diſtantiam ſideris cujuſvis a terra jam demonſtravimus cap. I. Supereſt ergo ut paucis explicemus qua ratione inveſtigari poſſit parallaxis. Si data ſint ſideris alicujus latitudo & longitudo, obſervetur tranſitus ſi-

deris hujus per meridianum, ejuſdemque ſideris altitudo ſupra horizontem; prætererea inveniatur declinatio ſideris, quæ ſi fuerit meridionalis, auferatur ex altitudine æquatoris; addatur autem, ſi fuerit borealis; differentia vel ſumma erit altitudo ſideris vera, quæ corrigatur ſecundum accuratas refractionum tabulas, altitudo correcta ſubtrahatur ab altitudine vera, reſiduum erit parallaxis altitudinis quæſita, ex qua tandem invenitur diſtantia ſideris a terra. Cum autem nimia ſit diſtantia ſolis a terra, illius parallaxis per obſervationes immediate ſatis tuto haberi non poteſt. Hinc factum eſt ut parallaxes Martis & Veneris diligenter inveſtigaverint aſtronomi; quæ ſi darentur, ſolis quoque parallaxis & diſtantia non laterent; nam ex theoria telluris & planetarum datur pro quolibet temporis momento ratio diſtantiarum ſolis & planetæ a terra; ſunt autem parallaxes horizontales in earumdem diſtantiarum ratione reciproca; quare ſi detur parallaxis planetæ cujuſvis, dabitur quoque parallaxis ſolis. Porro Mars ſoli oppoſitus, ubi nempe terra inter Martem & ſolem conſtituitur, telluri pluſquam duplo proprior eſt quam ſol, ac proinde ejus parallaxis pluſquam duplo major erit; at Venus dum eſt in conjunctione inferiore cum ſole, ubi nempe Venus inter ſolem & terram verſatur, telluri fere quadruplo vicinior eſt quam ſol, ejuſque proinde parallaxis in eadem ratione major erit; quare licet exigua ſolis parallaxis vix obſervari poſſit, Veneris tamen & Martis duplo vel

qua-

quadruplo majores parallaxes ſeſe facile conſpicuas præbent. Itaque Mars & Venus ſunt aſtra omnium aptiſſima ad definiendam parallaxim, ex qua ſolis & planetarum omnium parallaxes eruere licebit. Interim ex accuratiſſimis obſervationibus Martis ad *promontorium bonæ ſpei* habitis parallaxim ſolis determinavit D. de la Caille ſecundorum $12\frac{1}{2}$. Sed hoc ipſo anno 1761, quo hæc ſcribimus die 6 Junii expectatur tranſitus Veneris ſub ſole ex quo multo certius atque accuratius elici poterit parallaxis ſolis; Verum hujus tranſitus theoriam explicare non eſt hujus loci.

VI. Si omnes ſtellæ quæ in planetæ alicujus ſemita occurrunt, conferantur inter ſe, ternario vel quaternario numero ſumptæ, hæ in linea recta apparent; quod unuſquiſque obſervare facile poterit, tenſo filo & oculis admoto. Hinc concludet planetæ orbitam jacere in plano circuli maximi ſphæræ; nam ſingula maximorum circulorum plana ſeſe interſecant in centro; at filum tenſum ſimul cum oculo circuli maximi poſitionem determinat; igitur ſtellæ ſecundum fili directionem obſervatæ ſunt in plano circuli maximi, ac proinde & in plano circuli maximi jacent planetæ. Eadem ratione, facta ſcilicet ſtellarum comparatione, obſervabit orbitarum plana ad ſe invicem parum eſſe inclinata, eaque duodecim zodiaci conſtellationibus contineri, ita ut planetarum orbitæ per zodiaci conſtellationes excurrant; ac proinde orbitæ illæ modo ſeſe interſecant, modo autem a ſe invicem diſce-

ſcedunt, ſuiſque veſtigiis formant zonam illam quæ *zodiacus* appellatur. At ultra ſpatium octo circiter graduum hinc & inde non recedunt; quare ſi concipiatur circularis faſcia ſexdecim circiter gradus lata, cujus medium tenet Ecliptica, hæc deſignabit in cælo ſpatium in quo planetæ motus ſuos peragunt. Itaque cum planetarum orbitæ in diverſis jaceant planis per centrum Solis tranſeuntibus, uniuſcujuſque plani interſectio cum plano eclipticæ tranſit etiam per centrum Solis, ac proinde puncta duo in quibus unaquæque orbita eclipticæ occurrit, ſunt e diametro oppoſita, & 180° diſtant e ſole viſa. Igitur in ſingulis revolutionibus planeta quilibet e ſole viſus dimidiam orbitæ ſuæ partem ſupra planum eclipticæ, alteram vero infra deſcribit. Quia vero ecliptica eſt circulus ſphæræ maximus, cujus planum proinde ſphæram dividit in duo hemiſpheria æqualia, unum boreale alterum auſtrale, hinc patet unumquemque planetam habere latitudinem borealem, dum borealem orbitæ ſuæ partem deſcribit, alteram vero auſtralem, dum auſtralem partem percurrit. Puncta duo in quibus planetæ orbita ſecat planum eclipticæ, dicuntur planetæ *Nodi*; nodus quidem *aſcendeus* vocatur punctum ubi planeta tranſit e latitudine auſtrali ad borealem, & contra punctum ubi tranſit e latitudine boreali ad auſtralem nodus *deſcendens* appellatur; recta autem conjungens duo oppoſita interſectionum puncta *linea nodorum* dicitur.

VII. Quod cometas ſpectat, per omnes

cæli

cæli plagas ſecundum quamlibet directionem vagantur nullo terminati zodiaco, illorumque motus a planetarum motibus longe differunt. Hac tamen non obſtante motuum diverſitate, certiſſimum eſt cometas inter meteora corporaque ſublunaria rejiciendos non eſſe, quæ fuit peripateticorum opinio; ſed eos certis legibus circa ſolem planetarum inſtar revolvi in ſequenti concluſione demonſtrabimus; atque hinc etiam ſimul refellitur eorum error qui cometas a planetarum vel Solis exhalationibus oriri comminiſcuntur.

CONCLUSIO.

Cometa non ſunt corpora ſublunaria aut meteora, ſed circa ſolem certa periodo revolvuntur.

PROB. Cometas aere & luna longe ſuperiores eſſe demonſtrat nulla illorum parallaxis diurna, aut ſaltem valde exigua. Cometæ ex diverſis locis obſervati eandem a ſtella aliqua vicina diſtantiam ſervare deprehenduntur. Exemplo ſit cometa quem Ticho Brahe Uranoburgi & Hagecius Pragæ in Bohemia eodem temporis puncto obſervarunt, quæ duo loca ſub eodem meridiano diſtant milliaribus circiter 450; uterque eandem obſervavit cometæ diſtantiam a ſtella quæ *vulturis lucida* appellatur. Hinc concludebant cometam illum carere parallaxi diurna ſenſibili, quæ cum obſervetur in luna & quidem ſatis magna, hinc patet cometam fuiſſe luna longe ſublimiorem. At

quem-

quemadmodum parallaxeos diurnæ defectus cometas ſupra regiones lunares longe evexit, ſic ex parallaxi orbis annui evincitur cometas in planetarum regiones deſcendere. Etenim cometæ qui progrediuntur ſecundum ordinem ſignorum, ſub exitu apparitionis ſunt omnes aut ſolito tardiores aut retrogradi, ſi terra ſit inter ipſos & ſolem; aut celeriores, ſi terra vergat ad oppoſitionem, hoc eſt, ſi in conjunctione cum ſole videantur. Et contra cometæ qui pergunt contra ordinem Signorum, ſunt celeriores ſub finem apparitionis, ſi terra verſatur inter ipſos & ſolem; aut tardiores vel retrogradi, ſi terra ad contrarias partes ſita ſit. Hæc eadem phænomena obſervantur in planetis qui pro motu terræ vel conſpirante vel contrario, nunc retrogradi ſunt, nunc tardius progredi videntur, nunc vero celerius.

Cometas non eſſe corpora ex vaporibus & exhalationibus conflata, hac ratiocinatione oſtendit Newtonus. Utitur exemplo cometæ qui an. 1680 obſervatus fuit, cujus minima diſtantia a ſole fuit ad diſtantiam telluris a ſole ut 6 ad 1000 Jam vero calor Solis decreſcit in ratione diſtantiarum duplicata a ſole; quare ſumptis quadratis, calor ab ipſo cometa admiſſus erit ad calorem æſtivum in telluris ſuperficie ut 1000000 ad 36, vel ut 28000 ad 1. Præterea notum eſt experientia calorem aquæ ebullientis eſſe paulo triplo majorem vehementiori calore æſtivo: ponamus autem ferri candentis calorem eſſe ter vel quater aquæ ebullientis calore majorem, hinc concluditur

calo-

calorem cometæ in minima a ſole diſtantia eſſe bis millies majorem ferri candentis calore. Porro ſi cometæ nihil aliud forent quam vaporum atque exhalationum congeries, tantam caloris vim ſuſtinere minime potuiſſet prædictus cometa tam vehementi igne ſtatim diſſipandus. Quamvis præcedens demonſtratio quæ ex parallaxi deſumitur, parem cometarum planetarumque conditionem ſatis conſtituere videatur, alia tamen opinionum commenta breviter refellere noſtramque demonſtrationem fuſius confirmare utiliſſimum erit.

Cometas ex planetarum exhalationibus ſuam non habere originem facile evincitur. Et quidem etiamſi remotiſſimi ſint, ſæpe tamen apparentes diametros habent apparentibus planetarum diametris longe majores; ſunt ergo ingentis magnitudinis & planetas primarios aliquando ſuperant. Preterea cometæ in maxima a planetis diſtantia fere ſemper apparere incipiunt; Ecquis autem crediderit cometarum vapores tam longe ab ipſis cometis avelli & ad tantam diſtantiam diſſipari? Et certe ſi cometæ ſuas habent exhalationes; hæ in cometas ipſos vi gravitatis recidere debent atque in iis non ſecus ac in terra noſtra pluvias aliaque meteora producere. Eodem argumento refelluntur qui cometas ex Solis exhalationibus enaſci fabulantur; cometæ enim in maxima a ſole diſtantia ſæpiſſime apparere incipiunt, ad quam diſtantiam aſcendere repugnat omnino denſiores gravioreſque vapores. Nihilo ſolidior eſt carteſiana hypotheſis. Fingit Carteſius cometas olim

ex

ex fixarum numero fuiſſe ; aliquæ ſcilicet ſtellæ maculis cruſtiſque obductæ lumen ſuum amiſerunt, penitus extinctæ. Tum fixarum illarum vortices a vorticibus proximis abrepti fuere, atque hinc fixæ ex alio vortice in alium translatæ temere errarunt, donec illarum aliquæ, pro ſua magnitudine & ſoliditate, ad orbem uſque Saturni rapi potuerint in qua diſtantia ſatis magnam radiorum ſolarium copiam excipientes iterum fulgere cæperint. At pręterquam quod commentitia vorticum hypotheſis, poſt excultam diligentius ſublimiorem mechanicam, profligata omnino fuerit, merum figmentum eſt nulla ratione innixum prædicta opinio. Nec minus fictitius eſt planeta quem remotiſſimum & longe ultra Saturnum circa ſolem revolvi ponit Jacobus Bernoullius; Planetam hunc fingit ſuos habere ſatellites qui ubi ad nos propius acceſſerint in orbitæ ſuæ parte inferiore, a ſole magis illuſtrati ſub aſpectu cadant, occulto ſemper manente planeta primario ob immanem illius a terra diſtantiam; ſed hoc fuit merum magni viri in juvenili adhuc ætate *conamen*, ut ipſe fatetur, irritum tamen omnino, quod quidem facile demonſtrat cometarum & planetarum analogia ſumma, magis ac magis in hujus concluſionis progreſſu declaranda.

Cometæ via mechanice in cælis explorari poteſt hoc modo. Obſerventur quotidie ſtellæ quatuor quarum ea ſit poſitio ut cometa reperiatur in concurſu duarum linearum quæ oppoſitas ſtellas jungunt ; id autem examinari facile poteſt, ſi filum tenſum

ſum oculis admoveatur. Obſervatio quotidie iteretur & pro ſingulis diebus in globo cæleſti cometæ loca notentur, delineata habebitur via cometæ in cælis, qui deprehendetur eſſe circulus maximus; omnia enim notata puncta in circuli maximi peripheria invenientur. Hinc manifeſtum eſt cometas moveri in plano quod per oculum ſpectatoris, ſeu potius per ſolem tranſit, quemadmodum antea de planetis obſervavimus. Datis autem duobus hujus circuli punctis, dantur ejus inclinatio ad eclipticam ac proinde & interſectio cum ecliptica, ſive nodorum locus, in quo nempe extenſum filum ſecat eclipticam. Porro quamvis cometæ motus fieri videatur in circulo maximo, vera tamen ejus ſemita multum differt a circulo; omnis quidem motus qui in plano per oculum tranſeunte peragitur, fieri videtur in circulo maximo, quæcumque ſit ſemita. At cometarum orbitam circularem non eſſe manifeſtum eſt; etenim cometæ fere ſemper conſpicui eſſent, ut ſunt planetę. Quoniam vero cometæ brevi tempore apparent & diutiſſime latent, oportet ut exigua omnino ſit illorum orbitæ] pars Soli nobiſque proxima, reliquo omni arcu longiſſime recedente; ſed de cometarum orbita ſermo erit in ſequenti capite. Interim ex obſervationibus colligitur cometarum orbitas neque eſſe lineas rectas neque curvas verſus ſolem convexas. Etenim cometæ aliqui toto apparitionis ſuæ curſu deſcribere obſervantur arcum cæleſtem 80°. 100°; nonnulli deſcribunt 150°. 200°., 250°., 300° &c. Porro fieri nequaquam

quam poteſt ut linea recta, vel curva convexa, quæcumque ſit illius magnitudo vel poſitio, ſub angulo 180° videatur; igitur cometarum orbitæ verſus ſolem ſunt concavæ. Et quidem cometæ circa ſolem, non ſecus ac faciunt planetæ, areas deſcribere obſervantur temporibus proportionales; tendunt ergo in ſolem & circa ipſum revolvuntur; ut patet ex demonſtratis in phyſica generali ſect. 1, cap. 2. Cæterum hæc pauca attigiſſe nunc ſatis ſit; alia plurima in refellendis objectionibus explicabimus. Interim concludere licet: ſidera illa planetis ſunt annumeranda quæ in planetarum regione moventur & eadem cum planetis habent phænomena, atqui &c. Ergo.

Objic. Inter cometas & planetas varietates plurimæ jam antea breviter obſervatæ ſunt. Proprius cometarum motus non eſt idem in omnibus, alii ab oriente in occidentem tendunt, aliorum motus fit in antecedentia planetarum curſui contrarius, omnes cometæ diligenter obſervati deflectunt ad boream vel auſtrum, neque planetarum more in aliquo ſpatio comprehenduntur; ſed inde migrant magna motuum varietate & in omnes cælorum regiones feruntur, alii celerius, alii tardius. Cometam obſervavit Regiomontanus cujus tanta erat velocitas ut uno die gradus quadraginta peregerit. Tandem cometæ ſpectatorum oculis ſeſe citiſſime ſubducunt. Hinc concludere licet: Planetis annumerandos eſſe cometas ex analogia demonſtrari ſolet, atqui analogiam tollit cometarum & planetarum comparatio. Ergo &c..... Reſp.

N.

N. Min. Prima hujus objectionis pars facile evaneſcit, ſi revocemus in memoriam, vi duplici, una ſcilicet ſemel impreſſa & uniformi, altera autem centripeta & variabili curvam circa centrum aliquod deſcribi poſſe; quod quidem in planetis circa ſolem fieri jam demonſtravimus. Verum directio motus impreſſi non eſt ad aliquam partem determinata, ad ſiniſtram vel dexteram, ad Boream vel auſtrum aut quamlibet aliam plagam. At directio motus compoſiti ex vi uniformi impreſſa & ex vi centripeta, pendet tantum ex directione vis impreſſæ & ex poſitione centri virium. Quare cum ſupremus motor pro ſua omnipotenti & libera voluntate aſtris motum imprimere potuerit, diverſa motuum directio non tollit cometas inter & planetas analogiam, quæ in eo poſita eſt quod nempe utrumque ſiderum genus circa ſolem revolvatur. Quod autem cometæ ſaltem plurimi, per breve tempus ſeſe conſpicuos præbeant, repetendum eſt ex ipſa orbitæ excentricitate. Si planetæ orbita ita ſit excentrica ut diameter illius in *aphelio*, ſeu in maxima a ſole diſtantia ſub angulo infinite parvo conſpiciatur, jam meniſeſtum eſt diametrum ac proinde & planetam in aphelio evaneſcere; conſpicuus igitur erit planeta duntaxat in *perihelio* ſeu in minima a ſole diſtantia, atque tandiu conſpicuus manebit, donec nimia non ſit illius à ſole diſtantia, ita ut diameter ſub angulo non valde exiguo obſervari poſſit.

Inſt. I. Cometæ nullas certas periodos habere obſervantur. Anno 1702 Romæ conſpi-

ſpicuus fuit cometa, eumque ipſum fuiſſe credidit Caſſinus quem Ariſtoteles obſervaverat, & qui an. 1668 ſeſe rurſus conſpicuum præbuit. Ille igitur cometa brevi 34 annorum periodo, in hac hypotheſi, revolvitur. Anno 1702 obſervatus fuit alius cometa, ex cujus velocitate & directione conjecerunt Blanchinius & Maraldus eundem fuiſſe qui anno 1564 jam apparuerat. Hunc cometam an. 1652 apparuiſſe refert Caſſinus, iterumque anno 1698 conſpicuum fuiſſe teſtis eſt Lahirius. Itaque hujus cometæ periodus foret menſium 43, ac proinde ab an. 1652 ad 1698 quatuordecim periodos abſolviſſet. Ecquis autem crediderit cometam hunc in tanta obſervationum aſtronomicarum aſſiduitate & diligentia, aſtronomorum oculis per integras revolutiones quatuordecim non patuiſſe. Verum ut alias omittamus plurimas cometarum obſervationes, ſatis erit referre cometas duos qui præ aliis omnibus majori diligentia obſervati fuere. Unus ſcilicet obſervatus fuit annis 1531, 1607, 1682, qui proinde quarto conſpicuus eſſe debuit an. 1758. Alter cometa obſervatus eſt an. 1680 & is ipſe creditur qui annis 531, & 1106 viſus eſt, cujus proinde periodus eſt annorum 575. Verum ſi accurate conferantur inter ſe cometarum obſervationes, nec ſatis congruunt conditiones ſingulæ, neque etiam ipſa tempora periodica. Nulli hactenus obſervati fuerunt cometæ quorum orbitæ eandem retinuerint ad eclipticam inclinationem eandemque in perihelio velocitatem, quæ tamen conditiones duæ omnino obſervari debuiſ-

buiſſent, ſi idem cometa iterum rediiſſet. Quod ſpectat cometam an. 1682 obſervatum & anno 1758 expectatum, aſtronomorum expectationem eluſit; apparuit quidem cometa an. 1759, ſed præterquam quod integro anno tardior fuit, non conveniebant accurate omnes utriuſque cometæ circumſtantię: ex his obſervationibus ſic concluditur. Si cometæ planetarum more circa ſolem revolverentur, certo innotuiſſet multis adhinc annis cometarum reditus, atqui &c. Ergo. Reſp. N. Min. De certis cometarum periodis nullus eſt dubitandi locus. Quod autem rariſſimus ſit cometarum reditus, tribuendum eſt duplici cauſæ. Longiſſima eſt cometarum periodus ideoque & tardiſſimus illorum reditus. Præterea nullas ſatis tutas cometarum obſervationes reliquerunt veteres aſtronomi; neque enim temporibus antiquis ea quæ omnino neceſſaria eſt ſubtilitate habebantur obſervationes, & maxime circa cometas quorum brevior apparitio diuturnas obſervationes non permittebat. Hinc fit ut duo tantum hactenus noti ſint cometæ quorum tempus periodicum certo cognitum eſt. Unus obſervatus fuit annis 1531, 1607, 1682 & quarto viſus eſt anno 1759. Alter cometa obſervatus fuit anno 1689 atque is ipſe eſt quem apparuiſſe referunt aſtronomi annis 531, 1106 ita ut tempus periodicum conſtitui debeat annorum circiter 575. Neque cometarum periodo certiſque legibus obſtare debet quod non conveniant accurate omnia motuum elementa in obſervationibus cometarum, qui pro uno eodemque cometa habentur. Etenim

nim inæqualitas illa, ut jam antea annotavimus, cauſis phyſicis adſcribi debet. Saturni motus a cæteris planetis & præſertim a Jove maxime perturbatur. Fieri ergo poteſt ut unus idemque cometa bis obſervatus non ſecet eclipticam ſub eodem angulo & in iiſdem locis; neque repugnat eandem non eſſe ejuſdem cometæ velocitatem in perigæo; talibus enim erroribus aliiſque plurimis obnoxia eſt luna. Igitur quod cometa anno 1759 obſervatus aſtronomorum quorumdam expectationem fefellerit referri debet variationibus quas præcipiti nimis judicio neglexerant aliqui; has autem incredibili ſolertia ad calculum revocavit Clairaltius tantaque diligentia ut cometæ reditus, paucis diebus, a calculo aberraverit.

Inſt.. II. Cometæ aliqui ad terram proxime acceſſerunt. Anno 1472 obſervatus fuit cometa cujus parallaxis pluſquam vigeſies major erat parallaxi ſolari. Cometa obſervatus anno 1680, computante Halleio, a boreali orbitæ terreſtris parte diſtabat die 11 Novembris intervallo circiter ſemidiametrorum terreſtrium 60; quare ſi tunc temporis ad hanc orbitæ ſuæ partem tellus perveniſſet, parallaxis cometæ haud major fuiſſet parallaxi lunari. Porro in tam exigua cometæ telluriſque diſtantia, multum nobis ex cometarum vicinia timendum foret; immo ſi cometæ planetarum denſitatem æmulentur, ex attractionis legibus fieri facile poſſet ut cometa circa terram vel etiam tellus circa cometam lunæ inſtar revolveretur, atque deinde tum cometa, tum terra in remotiſſimas planetarum regiones raperentur.

tur. Kis poſitis ſic argumentari licet. Admittenda non eſt hypotheſis illa quæ univerſam mundi compagem turbaret varioſque planetarum cælos confunderet, atqui &c. Ergo . . . Reſp. Diſt. Maj. hypotheſis illa mundi compagem turbaret, niſi D. O. M. planetarum cometarumque ſyſtemati certas leges præſcripſiſſet, C. Maj. Si Deus certis legibus planetarum orbitas motuſque coerceat, N. Maj. & Conſ. Re quidem vera ſi cometa aliquis ad tellurem vel planetam quemlibet propius accederet, variis modis pro maſſarum varietate diverſaque velocitate turbari poſſet mutuus illorum motus, imo ad contactum pervenire poſſent, & in unicam maſſam coaleſcere planeta & cometa. At ſapientiſſimo divinæ Providentiæ conſilio ſyſtemata omnia certis legibus ita gubernat ſupremus rerum omnium artifex, ut mundus hic, quandiu omnipotens auctor juſſerit, perſeveret. Metuenda quidem eſt & adoranda Dei punientis manus; verum divinæ ultionis arcana non ſunt curioſius ſcrutanda; ſed precibus exoranda divina clementia vitæque ſanctitate obtinenda. Itaque inter vaniſſima deliramenta rejici debent quæ de univerſali diluvio & de ultima orbis conflagratione fabulatur Wiſthonus *in ſyſtemate ſolari*. Advertit Hallejus cometam qui menſe Septembri poſt Julii Cæſaris mortem anno 44 ante Chriſtum natum, viſus eſt, rurſus apparuiſſe anno Chriſti 531 Lampadio & Orelte conſulibus, deinde in conſpectum rediiſſe menſe februarii anno 1660, & tandem obſervatum fuiſſe an. 1680. Itaque hujus cometæ pe-

riodus foret annorum 575. Hanc autem periodum a morte Julii Cæſaris ad retroacta tempora ex ordine numerans Wiſthonus; affirmat eundem cometam diluvii anno apparuiſſe, & hujus cometæ vapores atque exhalationes diluvii aquas ſubminiſtraſſe. Alteri cometæ ad ſolem propius & deinde ad terram accedenti ultimam terræ conflagrationem tribuit; ſed hæc mera ſunt viri ſomniantis potius quam philoſophantis figmenta. Nec refelli debet ineptiſſimus error qui apud cultiores gentes jam omnino exolevit; ea nempe fuit vulgi, atque etiam veterum quorumdam philoſophorum opinio cometas eſſe funeſtorum eventuum cauſas vel ſigna prævia; quod quidem ſi verum eſſet, frequentiſſimi eſſent cometæ, cum nullum ſit tempus quo miſeri mortales ingentibus malis alicubi non premantur.

Inſt. III. Cometæ in cælis trahere ſolent interdum longiorem quemdam nebuloſum ductum, qui ſi a nucleo cometæ protenditur in eas partes ad quas motu proprio tendit cometa, dici ſolet *barba*; ſi autem in partes oppoſitas, *cauda* vocatur. Ille autem nebuloſus cometarum tractus mutabilis omnino eſt, brevior aliquando, ad maximam deinde longitudinem exporrigitur, poſtea decreſcit atque omnino evaneſcit. His poſitis ſic concluditur. Omni caret veriſimilitudine planetis annumeranda eſſe corpora illa quæ in vapores atque exhalationes abire ac tandem evaneſcere omnino videntur, atqui &c. Ergo... Reſp. N. Min. Probabiliſſimum eſt cometarum caudas nihil aliud eſſe quam vapores ſeu exhalationes ex ipſo co-

cometæ nucleo exeuntes, agente ſole ad quem proxime accedunt. Et requidem ipſa, eo longior obſervatur cometarum cauda quo minor eſt diſtantia illorum *perihelia* & contra. Cum autem cometæ ad longiſſimas deinde excurrant a ſole diſtantias, magnam humorum copiam admittere & concipere debent; illi autem humores vi ſolis in diſtantia perihelia rapiuntur atque ſublevantur. Quare veriſimile eſt illas cometarum nebulas in majori a ſole diſtantia decreſcere atque tandem diſſipari, in reditu ad ſolem iterum formandas. Hinc etiam intelligere eſt cur planetæ qui ad tantas a ſole diſtantias non evagantur, his vaporibus non obſerventur obnoxii. Porro quamvis cometarum caudæ, ſi motum impreſſum retinerent & in ſolem vi gravitatis tenderent, orbitas curvilineas circa ſolem ſimul cum cometis deſcribere debeant, iterum in conſpectum rediturae, de his tamen vaporibus idem non debet fieri judicium quod de corporibus fixis quæ eaſdem perpetuo ſervant motuum viriumque leges. Hinc longe probabilius judicamus vapores illos inconſtanti motuum varietati omnino obnoxios, & atmoſphæræ noſtræ vaporibus fortaſſe ſimillimos omnino diſpergi atque diſſipari. Sed quidquid ſit, ex vaporum illorum inconſtantia atque mutabilitate minime concludi poteſt iiſdem mutationibus obnoxios eſſe cometas; inepte enim argumentaretur qui ex telluris vaporum incerta lege naſcentibus & evaneſcentibus, tellurem quoque iiſdem legibus ſubjectam & ex planetarum numero excludendam colligeret. Cæterum quo

evadant cometarum caudæ; an a planetis attractæ in illorum ſubſtantiam tranſeant ignotum omnino eſt. At materiam illam tenuiſſimam eſſe certiſſimum eſt, cum pellucidæ ſint cometarum caudæ & trans ipſas ſplendide luceant ſtellæ. Ex his autem quę breviter diximus, facile intelliguntur pręcipua caudarum phænomena. Si cometa ſit *perihelius*, maxima velocitate e cometæ nucleo erumpunt vapores qui deinde particularum gravitate retardati aſcendunt & caudæ longitudiuem augent. Hujus autem caudæ extremitas a ſole remotior, ſatis magnam non reflectens lucis copiam, ſaltem oculis, evaneſcit. Hinc patet cur breviores cometarum caudæ diutius fiant conſpicuæ; ſunt enim veluti permanentes vaporum columnæ quæ minori vi e nucleo erumpunt & motu tardiori in ſpatiis nihil aut fere nihil reſiſtentibus delatæ, tardius evaneſcunt. Declinare obſervantur cometarum caudæ paululum a linea per ſolem & cometam ducta, vim flectendo ad latus. Etenim fumus aut vapor quilibet a corpore moto impulſus, oblique aſcendit, aliquantulum ſcilicet deflectens a ſemita corporis impellentis; Hæc autem deviatio minor eſt prope ipſum cometæ nucleum & in minori a ſole diſtantia; majori enim velocitate aſcendit vapor in minori a cometa & a ſole diſtantia, Tandem latior eſt cauda verſus extremitatem quam verſus caput, vapores enim in ſpatiis liberis rarefiunt & dilatantur. Cæterum fumi exemplum pleraque caudarum phænomena feliciter illuſtrat. Etenim ſicut in aere noſtro, corporis cu-

cujuſvis igniti fumus petit ſuperiora & quidem perpendiculariter ſi corpus quieſcat, oblique autem in latus ſi corpus moveatur; ita in cælis ubi corpora gravitant in ſolem, fumi & vapores aſcendere debent a ſole, eodem modo quo fumus in camino aſcendit, impulſu aeris cui innatat. Aer ille per calorem rarefactus aſcendit ob diminutam gravitatem ſpecificam, fumumque implicatum rapit ſecum; ita calore ſolis rarefacta aura ætherea, ob imminutam gravitatem ſpecificam aſcendet, & ſecum rapiet tenuiſſimas caudæ particulas, adjuvante atque impellente lucis ſolaris impetu. Inde manifeſtum eſt cur vaporum aſcendentium tractus ad partes ſoli oppoſitas dirigatur. Quare ubi cometa ad ſolem tendit, vapor relinquitur poſt cometam & dicitur *cauda*. Ubi autem cometa recedit a ſole, vapor præit & *barba* vocatur. Porro aſcenſus obliquitas minor eſt ubi velocior ſit vaporis aſcenſus, nempe in vicinia ſolis & corporis fumantis; cum potentior ſit vis qua vapor aſcendit. Ex obliquitatis autem diverſitate incurvabitur vaporis columna, & quia vapor in curvaturæ parte convexa prior erupit, is ibidem paulo denſior eſt lucemque copioſius reflectet, ideoque pars convexa limite magis diſtincto terminatur. Hæc omnia cum phænomenis licet probe conſentiant, probabiliſſime tantum dicta volumus, ſine ulla aliarum hypotheſeωn quæ maximo ingenio excogitatæ fuerunt injuria; imo ad cometarum caudas plurimum etiam conferre atmoſphæræ ſolaris particulas certum videtur, ut opinatur doctiſſimus Mairanius,

ubi cometæ ad ſolarem atmoſphæram deſcendunt; atque etiam iiſdem caudis materiam ſubminiſtrat ipſarum cometarum atmoſphæra, ut doctiſſimo Eulero viſum eſt.

ARTICULUS V.

De planetis ſecundariis & de eclipſibus.

I. DE planetis ſecundariis ſæpius jam data occaſione mentionem fecimus; Saturnum comitantur ſatellites quinque, Jovem quatuor, tellus autem unicum habet Satellitem lunam ſcilicet. De Saturni & Jovis Satellitibus pauca adjungemus, Lunæ phænomena fuſius explicaturi. Satellites Saturni & Jovis atque etiam Satelles terræ ad orientem & occidentem planetæ primarii alternis vicibus ſunt poſiti, ad partes oppoſitas per vices redeunt; ubi autem Satelles ad *elongationem* maximam pervenit, eandem ex utraque parte ſervat a planeta diſtantiam, atque eodem circiter tempore ad eandem elongationem redit. Ex his digreſſionibus diſtinguuntur a ſe invicem Jovis & Saturni Satellites; ita primus Satelles appellatur qui minus digreditur a planeta primario, ſeu cujus brevius eſt tempus periodicum, & ſic de aliis: pro digreſſionis ordine, in qualibet Satellitum revolutione duæ fiunt Satellitis cum planeta primario conjunctiones; una *ſuperior* quæ ultra planetam reſpectu ſolis contingit, dum nempe Satelles a digreſſione occidentali, tranſit ad orientalem; altera autem *inferior* quæ

fit

fit cis planetam, dum Satelles ab orientali digreſſione ad occidentalem tranſit. Quia vero planetæ primarii & ſecundarii ſuam lucem mutuantur a ſole, Satelles tranſiens per diſcum planetæ primarii in conjunctione inferiore, *fictitiis* planetæ incolis qui infra Satellitis ſemitam eſſent poſiti, ſolares radios occultabit iiſque eclipſim ſolis creabit. At ubi Satelles in conjunctione ſuperiore tranſit pone diſcum planetæ, Satelles ipſe umbræ immergitur ſeu eclipſim patitur; ſed eclipſium doctrina commode explicari non poteſt, niſi de luna paulo fuſius dicamus.

II. Lunæ *phaſes* appellantur diverſæ figuræ quas illius diſcus terrę incolis exhibet. Si luna ſit in *conjunctione* cum ſole, dum nempe luna e tellure viſa eidem zodiaci gradui imminet cui reſpondet ſol ipſe, lunæ diſcus in cęlo evaneſcit, fitque *novilunium*, ut omnibus notum eſt. Si luna ſit in *oppoſitione*, dum nempe diſtat a ſole per 180 gradus, lunę diſcus integro circulo terminatur, habeturque *plenilunium*. In primo caſu luna medium inter ſolem & terram locum obtinet; in ſecundo terra inter ſolem & lunam verſatur. Lunę conjunctio & oppoſitio communi nomine *Syzigiæ* appellantur; luna autem dicitur eſſe in *quadraturis*, dum a ſole diſtat per gradus 90. Varias lunę phaſes per integram *lunationem*, dum nempe luna ab una conjunctione cum ſole ad proximam redit, haud difficile eſt intelligere. Quoniam luna eſt corpus ſphericum & opacum, dimidius lunę diſcus radiis ſolaribus ſemper illuſtratur, altero hemiſ-

pherio in umbra latente; igitur hemiſpherium lucidum ab hemiſpherio obſcuro dirimit circulus maximus cujus planum ſemper perpendiculare eſt ad rectam quę e ſole ad lunam ducitur. Compendii ergo circulus ille dicatur E. Quia vero dimidia duntaxat globi ſuperficies circiter conſpicua eſſe poteſt, ex omnibus circulis maximis ſuperficiei ſphęricę, ille duntaxat integer videri poteſt cujus planum eſt perpendiculare ad radium ex oculo ductum ad centrum ſphęrę, qui proinde circulus hemiſpherium viſibile terminat; aliorum autem circulorum pars dimidia tantum videri poteſt. Dicatur V circulus qui terminat hemiſpherium lunę e terra conſpicuum. Porro poſitio plani V, conſtans ſemper manet reſpectu terrę, hujuſque circuli figura circulum conſtanter repręſentat, ut patet. Pręterea ex lunę phaſibus manifeſtum eſt hemiſpherium illuminatum reſpectu hemiſpherii e terra viſibilis, lunationibus ſingulis integram revolutionem abſolvere circa communem interſectionem utriuſque plani, circulorum nempe E, V; hęc autem communis interſectio eſt diameter ſphęrę, quod evidens eſt; cum duo circuli maximi ſphęrę ſeſe in partes ęquales dividant. Itaque planum circuli E, qui hemiſpherium illuminatum terminat, tranſit per omnes poſitiones poſſibiles reſpectu radii ex oculo ad centrum lunę ducti, ac proinde hujus circuli figura modo circularis apparet, modo elliptica, aliquando rectilinea, prout circuli planum vel ad radium perpendiculare eſt, vel obliquum, aut cum ipſo radio coincidens. Jam vero

ob

ob revolutionem circuli E circa diametrum circuli V, pars ſuperficiei lunaris quę reſpectu terræ illuminata apparet, ſemper clauditur duobus ſemicirculis quorum unus circuli V dimidius figuram ſemicirculi ſemper exhibet (ex dem.) alter autem circuli E dimidius, modo tanquam ſemicirculus, modo tanquam ſemiellipſis, aliquando velut linea recta conſpicitur.

III. Ex his intelliguntur phaſes lunares. In conjunctione lunæ cum ſole, dum luna inter ſolem & terram verſatur, circulus E, qui hemiſpherium illuminatum terminat coincidit cum circulo V, qui terminat hemiſpherium viſibile. Verum quia hemiſpherium illuminatum directe ſoli expoſitum, telluri opponitur, nulla pars lunæ illuminata apparet. Dum vero luna in ſua revolutione progreditur, hemiſpherium illuminatum verſus hemiſpherium viſibile promovetur, ſemicirculi E, V, mutua interſectione efficiunt duos angulus ſphæricos acutos. Igitur paulo poſt novilunium, videri debet ſpatiolum lucidum dimidia occidentali parte circuli V & dimidia parte circuli E, terminatum. Hæc pars dimidia E, elliptica conſpicitur, primo tamen fere circularis apparet; planum enim circuli E, multum diſtat ab illa poſitione in qua radio e terra ad lunam ducto perpendiculariter inſiſtit, atque hujus ellipſeos convexitas ſemicirculi V concavitati obvertitur, & apparent *cornua* lunæ, quorum apices, angulorum nempe ſphæricorum vertices, ſunt extremitates diametri lunaris circa quam circulus E volvitur. Hic autem circulus E,

magis ac magis promovetur verſus hemiſpherium viſibile & ad lunæ cornua efficit angulos ſphæricos continuo majores; quare hujus circuli planum magis ac magis inclinatur ad radium ex tellure ad lunam ductum: igitur dimidia pars circuli E, ſemiellipſeos figuram refert quæ magis ac magis contrahitur uſque ad quartam revolutionis lunaris partem; tunc enim ſemicirculi E planum ad planum ſemicirculi V perpendiculariter inſiſtit ac proinde coincidit cum radio ex terra ad lunam ducto. Quare hæc ſemiellipſis abit in lineam rectam, & pars lunæ illuminata imitatur ſemicirculum diametro terminatum. Hæc phaſis *primus lunæ quadrans* dicitur.

Deinde ſemicirculus E, verſus hemiſpherium viſibile perpetuo progreditur, & cum ſemicirculo V angulos ſphæricos magis ac magis obtuſos efficit; tunc ſemiellipſis quæ eſt ſemicirculi E repræſentatio, ſuam convexitatem obvertit ad partes circuli V, ſemiſſi occidentali oppoſitas, magis ac magis dilatatur, ac proinde pars illuminata ad circuli integri figuram accedit magis; hanc figuram tandem acquirit dum in oppoſitione lunæ cum ſole, planum circuli E, perpendiculariter inſiſtit radio e terra ad lunam ducto, tumque circulus ille integer conſpicitur & cum circulo V coincidit. Hæc phaſis *plenilunium* appellatur, tumque circulus E & luna ipſa dimidiam compleverunt revolutionis partem. Deinde circulus E, dimidiam alteram revolutionis ſuæ partem abſolvens, eaſdem figuras iterum lunæ reſtituit. Semicirculus

E,

E, qui cum dimidia circuli V, parte orientali, illuminatam partem claudit, rurſus abit in ſemiellipſim quæ primum ad ſemicirculi figuram magis accedit, deinde contrahitur magis donec in lineam rectam abeat poſt tres revolutionis quadrantes, atque hæc phaſis *ultimus lunæ quadrans* vocatur. Tandem ſemiellipſis magis ac magis dilatatur ſuam convexitatem ſemicirculi V, parti concavæ obvertens, atque omnino evaneſcit coincidens cum circulo V in ſequente novilunio. Cæterum facili machina adoleſcentum imaginatio ſublevari poteſt, adhibendo ſcilicet globulos duos, quorum unus terram, alter vero lunam referat; deinde efficiatur ut lucentis candelæ radios, pro diverſis lunæ phaſibus, excipiat globulus lunam repræſentans, hoc artificio lunares phaſes quodam modo adumbrare licebit.

IV. *Menſis ſynodicus* ſeu *lunatio* appellatur tempus quod impendit luna, dum ab una conjunctione cum ſole ad conjunctionem proximam redit; illud autem tempus definitur ſpatio 29$^{dier.}$ 12 $^{hor.}$ 44'. Menſis autem *periodicus* vocatur tempus quo luna terram circumeundo, orbitam ſuam deſcribit ſpatio 27$^{dier.}$ 7$^{hor.}$ 43'. Menſem Synodicum majorem eſſe menſe periodico manifeſtum eſt; etenim dum luna in propria orbita periodum abſolvit, interea tellus ejuſque comes luna circa ſolem eundo, integro fere ſigno verſus orientem promoventur, & punctum orbitæ quod in priore ſitu, in recta ſcilicet centra terræ & ſolis jungente, jacebat, nunc ſole paulo occidentalius

lius eſt, ac proinde cum luna ad illud punctum pervenit, nondum in conjunctione cum ſole verſatur. Præter motum lunæ in ſua orbita, ipſam quoque circa axem revolvi compertum eſt, atque rotatio illa fit ſpatio $27^{dier.}\ 7^{hor.}\ 43'$, nempe ipſo tempore periodico lunæ; idque facile colligitur ex eadem lunæ facie quæ telluri perpetuo obvertitur. Etenim ſi objectum aliquod circa aliud revolvat, eadem ſemper conſpicua manente objecti facie, evidens eſt, idque unuſquiſque facile experiri poteſt, objectum quod eandem ſemper faciem oſtendit eodem modo circa proprium axem moveri quo ipſum motu periodico circa objectum aliud revolvitur.

Lunæ facies inæqualis omnino eſt & aſpera. Etenim ſi lunæ ſuperficies terſa omnino eſſet & polita, ut in ſpeculis, undequaque lucem non reflecteret, ſed Solis imaginem exiguam admodum inſtar puncti ſplendidiſſime micantis tantum oſtenderet; verum ſicut in corporibus terreſtribus, ſic in luna ſcabra eſt ſuperficies; unde fit ut lucem ſolarem undequaque diffundat & corpora terreſtria illuminet. Non ſolum inæqualis & aſpera eſt lunæ ſuperficies, ſed altiſſimis montibus profundiſſimiſque vallibus tota obſita creditur. Et quidem ſi nullæ in luna extarent partes reliquis altiores, in diverſis lunæ phaſibus, ſemper accurate terminata apparerent confinia lucis & umbræ. Verum ſi teleſcopio lunæ vultum quis contemplatus fuerit, confinium illud nulla regulari linea, ſed dentatum, ſerratum multiſque anfractibus interciſum ob-

obſervabit. Tota lunæ ſuperficies mirabili varietate diſtincta apparet; quædam enim partes ſplendidiſſime lucent, aliæ autem non paucæ tanquam maculæ obſcuriores videntur. Sed inanes de macularum illarum natura quæſtiones prætermittimus, atque ad eclipſes tum lunæ, tum ſolis properamus.

V. Si planetæ primarii diſcum propius ampleĉtatur Satellitis orbita, ſitque hujus orbitæ planum ad planetæ orbitam parum inclinatum, evidens eſt in omnibus conjunctionibus inferioribus Satellitem hunc aliquam ſuperficiei planetæ partem ſoli eripere, ac proinde umbra Satellitis in planeta primario eclipſim creare debet. At in conjunctionibus ſuperioribus, Satelles planetæ primarii umbram ſubit ideoque ipſe eclipſim patitur. Verum ſi orbita Satellitis ad planetæ orbitam ſit vel parum inclinata, ſitque orbita illa ſatis magna quales ſunt orbitæ Saturniorum Satellitum quarti & quinti, Jovialis autem quarti &c. ipſius lunæ orbita, evidens eſt in conjunctionibus quæ longius a nodis fiunt, dum nempe apparens Satellitum ſemita abit in ellipſim valde elongatam ita ut minor illius axis planetæ diametrum excedat, jam Satelles in conjunctionibus inferioribus nullam ſoli occultare poteſt planetæ partem, ac proinde nulla eſt eclipſis Solis; in conjunctionibus autem ſuperioribus planetæ diſcus Satellitem ſoli non ſubtrahit, ideoque nulla eclipſis Satellitis vel lunæ. Igitur contingere non poſſunt eclipſes niſi *ſyzigiæ* prope nodos celebrentur. Itaque ſi planeta in

con-

conjunctione inferiore nodum alterutrum teneat, jam eclipſis ſolis tranſit per medium planetæ diſcum; in conjunctione autem ſuperiore, Satelles tranſit per axem coni quem planetæ primarii umbra projicit & quem *conum umbroſum* vocant. Igitur quo longius planeta diſtat a nodo, eo longius diſtat Satellitis umbra a planetæ centro in conjunctionibus inferioribus; in conjunctionibus autem ſuperioribus eo longius diſtat Satelles a centro umbræ planetæ.

Si planeta excurrat paululum citra puncta orbitæ in quibus Satellitum remotiorum conjunctiones deſinunt eſſe *eclipticæ*, puncta illa appellantur *limites eclipſium*; tunc vero pars aliqua Satellitis duntaxat in conjunctionibus inferioribus planetæ partem occultat; & in conjunctionibus ſuperioribus pars aliqua Satellitis tantum planetæ umbram ingreditur, atque eo minor eſt planeta prædictis limitibus. Tales eclipſes dicuntur *partiales*, aliæ autem *totales* vocantur. Itaque prope nodos, totales fiunt eclipſes; prope vel citra limites, ſunt tantum partiales. Ex his etiam patet in conjunctionibus inferioribus *eclipticis* ſolem eclipſim pati duntaxat in iis planetæ punctis quæ imminent veſtigiis umbræ Satellitis. Quare ſi paulo major ſit planeta reſpectu Satellitis, jam planetæ incolæ in iis ſuperficiei planetariæ punctis quæ a ſectione globi planetæ & plani ecliptici longius diſtant, eclipſim ſolis non patiuntur niſi Satelles paulo removeatur a plano ecliptico ad partes ſcilicet in quibus poſiti finguntur incolæ; in hoc caſu incolæ ad alteram plani ecliptici

par-

partem poſiti, nullam pati poſſunt ſolis eclipſim. Contra autem in conjunctionibus ſuperioribus eclipticis, dum Satelles umbræ immergitur, fieri non poteſt ut Satelles quibuſdam incolis eclipſim pati videatur, aliis autem incolis ſplendeat. Itaque eclipſes lunæ vel Satellitum *univerſales* dici poſſunt; at ſolis eclipſes quibuſdam tantum planetæ primarii incolis ſunt conſpicuæ. Præterea in eclipſibus ſolis fieri poſſe intelligitur ut Satellitis diſcus e ſuo planeta primario viſus non ita magnus appareat quin aliquam ſolis partem circa limbos undequaque conſpicuam ſpectatori permittat; in hoc caſu circa ſolis limbum quaquaverſum conſpicitur annulus lucidus, & ideo eclipſis illa *annularis* dicitur. Verum ſi tantum ſit Satellitis corpus ut quibuſdam planetæ primarii incolis totum ſolis diſcum ſubtrahat, tunc eclipſis ſimpliciter *totalis* vocatur.

VI. Ex hactenus explicatis tandem intelligitur eclipſeos ſolaris initium, tunc ſpectatori alicui contingere, dum ſatelles motu ſuo ad eum ita acceſſit cæli locum in quo ſol videtur, ut diſtantia centri Satellitis a centro Solis, æqualis appareat ſummæ angulorum ſub quibus ſpectator videt Satellitis & ſolis ſemidiametros. Itaque eclipſeos initium eſſe poteſt ſpectatori alicui, dum ſpectatori alteri finis, vel medium contingit, aut etiam nondum inchoata eclipſi ſpectatoribus aliis. Patet etiam iis incolis qui in veſtigii umbroſi limbo interiori verſantur, eclipſim totalem unico duntaxat inſtanti apparere, talis eclipſis dicitur *totalis ſine mora*; qui autem umbræ profundius immer-

merguntur, eclipſim totalem habent diuturniorem, atque eclipſis dicitur *totalis cum mora*. Simili ratione manifeſtum eſt iis qui limbo exteriori umbræ immerſi ſunt obſcuratam ſolis partem aliquam duntaxat apparere, & quidem eo minorem quo remotiores ſunt ab eodem limbo; cum aliqua duntaxt pars Satellitis ſolem occultet, ita ut in certa a limbo umbroſo diſtantia eclipſis nulla fiat. Igitur ſolaris eclipſis in quibuſdam locis totalis eſſe poteſt, partialis in aliis; quibuſdam incolis in diſci ſolaris ſeptentrionali parte poteſt apparere, aliis autem in parte auſtrali. At contra in eclipſibus Satellitum, dum Satelles magis ac magis umbræ immergitur, ejus diſci partes variæ obſcurantur atque occultantur. Spectatores ſinguli quibus Satelles conſpicuus eſſe poteſt, hunc vident eodem temporis puncto atque eodem modo umbræ immerſum; nempe totalem vident eclipſim, ſi totalis eſt, partialem ſi partialis. Generatim ſpectatores duo in quolibet planetæ loco nullam in eclipſeos lunæ aut Satellitis phaſibus differentiam obſervant, dummodo Satelles duobus ſpectatoribus ſit conſpicuus. Igitur eclipſes lunares ſunt *univerſales*, hoc eſt, in omnibus terreſtris globi partibus conſpicuæ, ſi luna ſit ſupra horizontem; ejuſdem ubique ſunt magnitudinis, eodem tempore initium & finem habent. Id quidem evidens eſt; cum enim eclipſis lunaris inde oriatur quod luna telluris umbram ſubeat, eodem omnino tempore luna telluris umbram ingredi videtur ubique terrarum, non ſecus ac candelæ lumen in cubiculo extin-

ctæ omnibus qui in eodem ſunt cubiculo evaneſcit. Hinc patet maximam eſſe eclipſium lunæ vel Satellitum utilitatem ad definiendam meridianorum differentiam in diverſis locis; at eclipſium ſolarium obſervationes ſine reductionum ambagibus hunc uſum præbere non poſſunt; hæc autem in geographia commodius explicabimus.

VII. Ex hactenus explicatis determinari poſſunt & ad calculum revocari eclipſium lunarium & ſolarium phaſes. Solaris eclipſeos initium & finis celebrantur, dum arcus qui centrorum ſolis & Satellitis diſtantiam metitur, ſemidiametrorum ſolis & ſatellitis ſummæ æqualis apparet. Itaque computatis, per tabulas aſtronomicas loco & tempore conjunctionis veræ Satellitis cum ſole, ſi latitudo apparens Satellitis minor eſt prædicta ſemidiametrorum ſumma, eclipſim ſolis contingere neceſſum eſt. Etenim cum latitudo Satellitis ſit illius diſtantia ab ecliptica, hanc diſtantiam metitur arcus circuli maximi ad planum eclipticæ perpendicularis & per Satellitis centrum tranſeuntis, ac proinde in hoc caſu latitudo eſt arcus diſtantiæ centrorum Satellitis & ſolis, viſorum e planeta primario.

Simili modo Satellitis vel lunæ eclipſis initium & finem habet, ubi diſtantia centri Satellitis a puncto planetæ ecliptico quod centro ſolis directe opponitur & *centrum umbræ* dici ſolet, æqualis eſt ſummæ ſemidiametri Satellitis e planeta viſi & ſemidiametri umbræ in tranſitu per planetam. Eclipſis autem Satellitis tunc totalis eſſe incipit vel deſinit, dum centrorum Satel-

tel-

tellitis & umbræ diſtantia ſemidiametrorum umbræ & Satellitis differentiæ æqualis eſt; tunc enim Satellitis diſcus interiorem umbræ limbum attingit. Itaque per tabulas aſtronomicas computentur momentum & locus oppoſitionis Satellitis, habebitur eclipſis ſi latitudo Satellitis in ipſa oppoſitione minor ſit ſumma ſemidiametrorum umbræ Satellitis e planeta viſi, atque eclipſis erit totalis ſi latitudo minor ſit ſemidiametrorum umbræ & Satellitis differentia, ut patet.

Neque prætermittenda eſt methodus qua inveniri poteſt umbræ ſemidiameter. Sit SA, ſemidiameter ſolis S, (Fig. 33.) e planeta T, ſub angulo STA viſi, ſitque CI arcus orbitæ Satellitis L, per umbram BEG planetæ T, tranſituri. Centrum umbræ eſt in L, & arcus CL, qui tanquam linea recta haberi poteſt, eſt ſemidiameter umbræ. Præterea angulus BAT, æqualis eſt parallaxi horizontali ſolis, angulus autem BCT, parallaxi horizontali Satellitis; quod manifeſtum eſt ex demonſtratis cap. 1. Quare angulus CTD, utriuſque parallaxeos ſummæ æqualis eſt, ex qua ſubtracto angulo LTD, vel ATS qui ſemidiametro ſolis e planeta viſi æqualis eſt, remanet angulus CTL, vel arcus CL, ſemidiameter umbræ planetæ in tranſitu Satellitis per ipſum planetam. Quamvis punctum C ſit terminus umbræ, debilior tamen fit lux Satellitis antequam terminum illum attingat; dum enim Satelles progreditur a puncto H ubi tangenti HBM occurrit verſus C, magis ac magis ſubtrahitur conſpectus diſci ſolaris

ris S qui umbræ planetæ T immergitur, ideoque debilitatur lux Satellitis donec in C ſol oculis omnino ſubducatur. Spatium HC quod radiis ſolaribus minus illuſtratur *penumbra* dicitur, atque etiam ſpatium KI quod majorem ſplendorem per gradus acquirit. Umbræ terreſtris magnitudinem auget atmoſphæræ noſtræ denſitas, quare parallaxi horizontali lunæ addi ſolent aliquot minuta ſecunda, pro diverſa de atmoſphæræ altitudine aſtronomorum opinione. Atmoſphæræ etiam tribuendus eſt alter effectus; nempe refringuntur ſolares radii planetam tangentes, & verſus umbram L accedunt ac proinde obſcuritatem minuunt. Huic refractionis effectui referendum eſt quod in eclipſibus lunæ totalibus debiliori luce reſplendeat Luna; imo majorem lucem acquirit verſus eclipſeos medium L, quam prope terminos umbræ C & K. Diametrum ſolis & lunæ dividere ſolent aſtronomi in partes duodecim quas *digitos* appellant, iiſque utuntur ad exprimendam eclipſeos quantitatem, nempe eclipſim dicunt tot digitorum quot duodecimæ partes diametrorum apparentium lunæ vel ſolis obſcurari debent. Cæterum qui explicatam eclipſium doctrinam probe intelligent, adhibitis aſtronomicis vulgaribus tabulis atque præceptis, eclipſium durationem & quantitatem ad calculum revocare & prædicere facile poterunt, ſed ſingula perſequi non licet.

AP-

APPENDIX

De quibuſdam capitis præcedentis utilitatibus.

INgenii humani ſagacitatem egregie demonſtrat certus omnino fallique neſcius eclipſium reditus. Rudioribus hominibus fere videtur incredibile ita accurate notas eſſe aſtronomis corporum cæleſtium diſtantias legeſque, ut eclipſes prædicere ipſumque temporis articulum facile definire poſſint. Eclipſium utilitatem ſummam in geographia deinde explicabimus; nec minus certum eſt ex cognita eclipſium periodo multum ſplendoris atque præſidii in exploranda temporum ſerie derivaſſe. Ubi nempe in hiſtoria quadam aliquid eo tempore contigiſſe dicitur, quo ſolis aut lunæ eclipſis obſervata fuit, eadem eclipſi veluti perſpicuo certiſſimoque charactere cognoſci poteſt annus ac dies quibus res illa ab hiſtorico narrata contigerit, quod nonnullis exemplis in chronologia demonſtrabimus. Itaque deſinat imperitum vulgus hanc præclariſſimam ſcientiam aſpernari, & cum *aſtrologia* vaniſſimo viriſque philoſophis indigno ſtudio confundere. Aſtronomia certiſſimis methodis cæleſtes motus ad calculum revocat; aſtrologia autem quam *judiciariam* vocant, ex iiſdem motibus expiſcatur morales eventus, eos ſcilicet qui ex voluntate liberiſque hominum actionibus pendent. Stultum autem non ſolum eſt ſed etiam ſuperſtitioſum & religioni adverſum ſide-

ſideribus tribuere talem vim atque auctoritatem in hominum voluntatem quaſi corporum cæleſtium influxu in noſtris actionibus dirigamur. Nec minus imperite præclariſſima aſtronomiæ ſcientia abutuntur qui lunæ ſoliſque eclipſibus aliiſve planetarum aſpectibus calamitates prænuntiari vaniſſimo terrore in animum ſibi inducunt. Hunc turpiſſimum errorem apud veteres frequentiſſimum fuiſſe teſtantur antiqui Scriptores. Archelaus, referente Seneca, quo die ſol defecit, regiam clauſit, & filium, quod in luctu rebuſque adverſis moris eſt, totondit. Nicias, narrante Plutarcho, per plurimos dies, maxima Athenienſium jactura, claſſis expeditionem retardavit. Inanem hunc terrorem a mortalium animis avertere curavit egregius philoſophus Anaximander qui eclipſium rationem primus omnium perſpicue docuit; quam ob cauſam eum in vincula conjectum fuiſſe ſcribit Plutarchus. Sed apage hæc ineptiſſima deliramenta quæ in hodierna rerum aſtronomicarum luce rudiorem duntaxat ſuperſtitioſamque plebem occupant; meliorem præcedentis capitis uſum demonſtremus.

Admirandam & fere infinitam cælorum varietatem contemplemur, animo intueamur innumerabiles ſtellas circa quas tanquam ſoles divinis legibus revolvuntur atque gubernantur planetarum ſyſtemata, univerſum hunc globum noſtrum in tanta corporum cœleſtium immenſitate velut tenuiſſimum pulviſculum facile reputabimus. Ecquis divinorum operum magnitudinem ſerio meditatus omnem non deponet faſtum at-

atque ſuperbiam ſuamque tenuitatem & ignorantiam non fatebitur. Etenim doctiſſimi etiam viri vix aliquid norunt, & univerſa illorum ſcientia ne primam quidem, ut ita dicam, alphabeti infiniti litteram continet. Supereſt ergo ut gloriam noſtram in animæ noſtræ dignitate & immortalitate collocemus atque ſupremo rerum omnium auctori perpetuas agamus gratias, quod eam nobis conceſſerit facultatem qua in hac mortali vita, divina illius opera attingere & laudare poſſimus, in altera immortali vita perfectaque cognitione fruituri, quod faxit D. O. M.

CAPUT II.

De aſtronomia Phyſica, ſeu de phænomenon cæleſtium cauſis.

Aſtronomia phyſica duas continet partes præcipuas, quarum I planetarum orbitas conſiderat, altera autem mutuam planetarum actionem & inde oriundos errores explicat. Quod ſpectat hanc ſecundam partem, hæc cum planetarum denſitate & figura conjuncta omnino eſt. Quare, pro rerum varietate, diſtinctos inſtituemus articulos ita ut tamen ea quæ ante jam explicata ſunt, breviter tantum revocemus, cætera autem fuſius perſequamur.

AR-

ARTICULUS I.

De gravitatis cæleſtis ſyſtemate & de planetarum orbita.

I. SI corpus moveatur in Ellipſi vel in alia qualibet ſectione conica cujus focus ſit in centro virium, ea erit lex vis centripetæ ut ſit ubique reciproce proportionalis quadrato diſtantiæ locorum a centro virium: & viceverſa, ſi vis centripeta ſit reciproce proportionalis quadrato diſtantiæ locorum a centro virium & corpus quodvis ſecundum directionem quamlibet ad centrum virium non convergentem, de loco quovis & quacumque velocitate projiciatur, movebitur corpus illud in aliqua ſectione conica focum habente in centro virium. Quia vero planetarum orbitas in ſeipſas redire aſtronomicis obſervationibus compertum eſt, patet ellipticas eſſe orbitas illas. Neque enim circulares eſſe poſſunt, cum cæleſtia corpora, modo in ſuis motibus accelerari, modo retardari obſerventur; porro in orbitis circularibus eadem perpetuo maneret velocitas, ut demonſtratum eſt in phyſica generali. Verum ſi ellipticæ ſint corporum cæleſtium trajectoriæ, jam velocitates in eadem ellipſi ſunt reciproce ut perpendicula ex centro virium, ſive ex foco in orbitæ tangentes reſpective demiſſę, ex demonſtratis in virium centralium doctrina. Itaque ellipticæ planetarum orbitæ, & diverſæ illorum velocitati & illorum excentricitati probe ſatisfaciunt. Verum

rum ut ſyſtematis hujus veritas confirmetur, in memoriam revocandæ ſunt celeberrimæ duæ Kepleri leges quarum prima hæc eſt: *Dum planeta in orbita circa ſolem tanquam centrum movetur, ſi fingantur lineæ ex centro virium ad planetæ loca perpetuo ductæ, ſpatia ex his lineis compoſita erunt ſemper temporibus quibus orbitæ planetariæ portio iiſdem rectis comprehenſa deſcribitur proportionalia.* Secunda lex eſt: *Tempora periodica planetarum ſunt in ratione ſeſquiplicata mediocrium diſtantiarum a ſole.* Hæc autem ſecunda lex quæ ex aſtronomicis obſervationibus colligitur, fluit quoque ex ipſa gravitatis natura. Si nempe planetæ tendant in ſolem vi centripeta decreſcente in ratione diſtantiarum duplicata, prædicta vis centripetæ lex eam omnino poſtulat temporum periodicorum & diſtantiarum rationem quam aſtronomicæ obſervationes demonſtrant. Eadem quoque phænomena ac proinde & lex eadem in planetis ſecundariis obſervantur; ſed hæc omnia conferantur cum iis quæ de gravitate univerſali demonſtravimus in Phyſica generali.

II. Ex phænomenis cæleſtibus in præcedenti capite deſcriptis & ex virium centralium doctrina id tandem omnino concludendum eſt, planetas ſingulos tendere in ſolem eoſque circa ſolem revolvi in vacuo, aut in medio rariſſimo, vel etiam in medio quantumvis denſo nec tamen reſiſtente; hanc autem ultimam hypotheſim admittere non parum repugnabunt Philoſophi qui patriis opinionibus non mancipati, veritatem phyſicam in experimentis & obſervationibus in-

inveſtigant. Cæterum quamvis planetarii ſyſtematis centrum ſol ſtatuatur, ex mutua tamen attractione æquali & contraria fieri debet ut ſol ipſe tendat in planetas ac proinde & ſolem agitari neceſſum eſt, ſed motu valde exiguo ob ingentem maſſam ſolarem, ſi cum aliis planetis conferatur. Itaque ſi mutuam planetarum & ſolis actionem conſideremus, ellipticarum orbitarum communem focum ſol accurate non occupat, ſed planetæ & ſol ipſe circa commune gravitatis centrum revolvi debent. Et re quidem ipſa, ſi areæ a planetis deſcriptæ non ad ſolem, ſed ad commune gravitatis centrum referantur, hæc temporibus magis accurate proportionales inveniuntur. Hæc quidem mutuæ attractionis lex ipſam quoque terram in ellipſi circa commune gravitatis centrum revolvi neceſſario poſtularet; verum cum ſupremus rerum omnium auctor, univerſas naturæ leges præſcripſerit & conſtituerit, naturæ legumque omnium auctori lex nulla præſcribi poteſt, leges omnes pro omnipotentiſſima voluntate poteſt ſuſpendere atque immutare. Quare hujus ſyſtematis partem quæ telluris motum ſpectat, tanquam faciliorem motuum cæleſtium explicationem nobis duntaxat concedi poſtulamus.

Neque a communi planetarum lege immunes eſſe debent cometæ qui planetarii noſtri ſyſtematis partem conſtituunt. Re quidem vera cometæ in orbitis parabolicis revolvi aliquando finguntur, atque hæc hypotheſis cum obſervationibus probe conſentit. Verum hanc hypotheſim, commodita-

tis &c. facilitatis ergo, adhibent aſtronomi; Etenim cometæ in ellipſibus valde excentricis ſuas periodos peragunt & per exiguum duntaxat ſuæ revolutionis tempus obſervari poſſunt. Quare cum parabola haberi poſſit tanquam ellipſis cujus foci duo in infinitum diſtant, evidens eſt tanquam portionem parabolæ ſine errore ſenſibili conſiderari poſſe viſibilem atque exiguum orbitæ cometæ arcum. Hanc autem hypotheſim aſtronomis facere placuit ad vitandas calculi ambages quibus neceſſario implicatur elliptica & valde excentrica cometarum orbita.

III. Quæ de elliptica planetarum orbita in phyſica generali atque etiam in phyſica particulari hactenus diximus, obſervatione magis quam accurata ratiocinatione geometrica demonſtrata ſunt. Vim centralem in circulo tantum conſideravimus, & ellipticam planetarum trajectoriam ad circularem minus accurate revocavimus; hæc autem hypotheſis licet ad præſens inſtitutum ſufficere videatur, rem tamen utiliſſimam diligentius conſiderare convenientiſſimum eſt.

Vis acceleratrix quælibet variabilis tempore infiniteſimo tanquam conſtans haberi poteſt, ac proinde vi centrali hoc modo conſideratæ conveniunt theoremata omnia quæ de motu uniformiter accelerato demonſtravimus in phyſica generali. Quare vires centrales ſunt ut ſpatia deſcripta directe & temporum quadrata inverſe. Jam ſint trajectoriæ cujuslibet puncta tria p Q, P (Fig. 34.) tempus infiniteſimum quo planeta orbitæ ſuæ arcum deſcribit vi tenden-

te

te ad S, erit ut area trianguli SPp, vel SPF, coeuntibus punctis p F; ſunt autem triangulorum illorum areæ ut SP × pM & ST × PF; quare quadratum temporis erit ut $ST^2 \times TF^2 = SP^2 \times pM^2$, ac proinde vis centralis ut $\frac{pF}{ST^2 \times PF^2}$ vel $\frac{pF}{SP^2 \times pM^2}$. Producantur PS, FS donec circuli oſculatoris peripheriæ occurrant; erit pF : PF = PF : pB, ideoque ob cordas PV, pB, infinite proximas, erit $pF = \frac{PF^2}{PV}$, ac proinde vis centralis quæ erat ut $\frac{PF}{ST^2 \times PF^2}$ fiet $= \frac{1}{ST^2 \times PV}$. Tandem in triangulis rectangulis STP, PVN, erit SP : ST = PN : PV ideoque $PV = \frac{SP}{ST \times PN}$, & $PV \times ST^2 = \frac{SP}{ST^3 \times PN}$.

Hinc formula præcedens evadit $\frac{SP}{ST^3 \times PN}$.

Hæc formula generalis ad ellipticam planetarum orbitam transferri facile poterit, ſi radium oſculatorem in ellipſi inveniamus, quod facile præſtari poterit. Sint MO, DN, diametri conjugatæ ellipſeos cujus axes Ss, IL, (Fig. 35.) ſitque punctum K, in circumferentia circuli per tria puncta infinite proxima M, m, μ, tranſeuntis, erit $\mu H \times Hm = MH \times HK$, vel $\mu H^2 =$

 MH

$MH \times HK$. Sed $\mu H^2 : MH \times HO = CD^2 : CM^2$ (ex appendice ad geometriam), ergo $MH \times HK : MH \times HO = CD^2 : CM^2$, vel $HK : HO = CD^2 : CM^2$; atque tandem ob evaneſcentem MH, reſpectu mH, erit $MK : MO\ (2CM) = CD^2 : CM^2$. Quare $MK = \frac{CM}{2CD^2}$. Jam ſit MA, diameter circuli oſculatoris, ducta corda AK, triangulum AKM, eſt rectangulum in K, & ſimile triangulo MCR, rectangulo in R, ob MA perpendicularem arcui $m\mu$, vel tangenti MX, ac proinde & diametro conjugatę ND. Igitur $MR : MC = MR \left(\frac{2CD^2}{CM}\right) : MA = \frac{2CD^2}{MR}$, ac proinde $\frac{1}{2}\ MA = \frac{CD^2}{MR}$.

Supereſt ut vim centralem in ellipſi conſideremus. Sit APHL ellipſis a planeta P deſcripta (Fig. 36.) vi centripeta tendente ad focum ſive ſolem S. Ducatur recta TV, orbitam tangens in P, & ex focis S, Q, agantur perpendiculares ST, QV itemque ex C, demittatur perpendicularis CK. Jam ob triangula SPT, QPV, ſimilia (ex natura ellipſeos) erit $SP : ST = PQ : QV$. Quare $SP + PQ : ST + QV = SP : ST$; ſed $SP + PQ = 2CA$, & $ST + QV = 2CK$; ſunt enim diſtantiæ CS, CQ, æquales, ac proinde perpendicularis CK, eſt media arithmetice proportionalis inter perpendiculares ST, QV. Ergo $2CA : 2CK = SP : ST = CA : CK$ vel PD. Præterea $CA : PD = CN$:

$= CN : CB$ (ex proprietate ellipſeos); ergo $SP : ST = CN : CB$, ideoque $ST = \frac{CB \times SP}{CN}$.

Tandem ſit PG radius oſculi in puncto P, erit $PG = \frac{CN^2}{PD}$ (ex dem.). Sed, (ex appendice ad Geom.) $PD = \frac{CA \times CB}{CN}$, ergo $PG = \frac{CN^3}{CA \times CB}$. In formula generali vis centralis ſubſtituantur valores rectarum ST, PG, formula abit in hanc $\frac{SP \times CN^3 \times CA \times CB}{SP^3 \times CB^3 \times 2 CN^3}$ $= \frac{CA}{SP^2 \times CB^2 \times 2} = \frac{1}{SP^2}$, ob conſtantes CA, CB. Hinc patet planetam revolventem in ellipſi vi centripeta tendente ad focum ſervare prædictam legem, qua nempe decreſcat in ratione duplicata diſtantiarum a foco. Hæc eadem lex obtinet quoque in aliis ſectionibus conicis, ſed ellipſeos caſum qui ſolus ad aſtronomiam pertinet demonſtraſſe ſatis ſit.

IV. Si parameter axis principalis dicatur, π, erit $\pi = \frac{2CB^2}{CA}$ (ex append. ad geom.); quare vis centralis quæ eſt ut $\frac{CA}{SP^2 \times 2CB^2}$ erit ut $\frac{1}{SP^2 \times \pi}$. Sed vis

centralis eſt ut $\frac{pF}{SP^2 \times pM^2}$ (ex dem.), ergo $\frac{1}{Sp^2 \times \pi} = \frac{PF}{SP^2 \times pM^2}$; Sed pF quę exprimit vim centralem eſt ut $\frac{1}{SP^2}$ ergo $\frac{pF}{\pi} = \frac{pF}{SP^2 \times pM^2}$, ac proinde $\pi = SP^2 \times pM^2$ & $\sqrt{\pi} = SP \times pM$; ſed $SP \times pM$ eſt ut area ſectoris PSp; quare ſi corpora plura in ellipſibus revolvantur vi centripeta tendente ad focum communem, erunt Sectores eodem tempore deſcripti in ratione ſubduplicata parametri axium principalium in qualibet ellipſi.

Præterea velocitas tempore infiniteſimo eſt ut arcus deſcriptus Pp, & ob triangula rectangula SPT, pMP, ſimilia, erit ST: $SP = pM : pP = \frac{SP \times pM}{ST}$ Sed $\sqrt{\pi} = SP \times pM$ ergo $pP = \frac{\sqrt{\pi}}{ST}$, nempe velocitas eſt in ratione ſubduplicata parametri directe & perpendicularis ex foco ad tangentem demiſſæ inverſe.

Tandem quo major eſt ellipſeos deſcriptæ area & quo minor areæ pars dato tempore percurſa, eo majus eſt tempus periodicum. Quare tempus periodicum eſt ut area tota ellipſeos directe & ſector dato tempore deſcriptus inverſe; ſed ſector eſt in

in ratione ſubduplicata parametri; ergo tempus periodicum eſt ut area tota directe & parametri radix quadrata inverſe. Jam major axis ellipſeos dicatur d, cujus parameter π, axis minor b, erit $\pi d = bb$ (ex append.) ac proinde $\pi d^3 = bbdd$. Sed area ellipſeos eſt ut rectangulum ex axibus ac proinde ut bd, $= t\sqrt{\pi}$, ubi t exprimit tempus periodicum, ergo $bbdd = \pi t^2$ & $\pi d^3 = \pi t^2$, nempe $d^3 = t^2$, ſeu temporum periodicorum quadrata ſunt in ratione triplicata axium principalium in ellipſi. Hinc datis planetarum temporibus periodicis, innoteſcit majorum axium ratio in orbita qualibet elliptica. Ut autem in præcedenti demonſtratione quæ magni ſane momenti eſt nihil prætermittatur, ellipſium areas eſſe ut axium rectangula demonſtrabimus; quæ quidem proprietas ex appendice facile colligitur. Etenim intelligatur ſemicirculus ſuper axem principalem ellipſeos tanquam diametrum deſcriptus. Ex ellipſeos peripheria ad axem ducantur ſemiordinatæ infinite proximæ quæ circulo & ellipſi erunt communes, rectangula duabus illis ſemiordinatis comprehenſa in ellipſi & circulo erunt ut altitudines, hoc eſt, ut ſemiordinatæ; ſed ſemiordinatæ illæ ſunt in conſtanti ratione ſemidiametri circuli ad ſemiaxem minorem ellipſis, (ex. proprietate ellipſis & circuli.) Ergo rectangulorum omnium ſumma, hoc eſt, area circuli eſt ad aream ellipſis in ratione ſemidiametri circuli ad ſemiaxem ellipſis. Hinc comparatis duobus circulis duabuſque ellipſibus, facile colligitur areas ellipſium eſſe inter ſe ut

axium rectangula, cum areæ circulorum ſint ut radiorum quadrata.

ARTICULUS II.

De planetarum denſitate & figura, præſertim de figura telluris.

I. EX articulo præcedenti innoteſcit diſtantia planetarum a ſole, ſive potius diſtantiarum ratio; quare ſi obſervetur planetarum diameter in data aliqua diſtantia, dabitur ratio ſuperficierum & magnitudinum. Etenim evidens eſt eo majorem eſſe veram planetæ diametrum, quo majorem arcum cæleſtem ſubtendit & quo major eſt planetæ diſtantia. Quare planetarum diametri veræ ſunt ut arcus quos ſubtendunt, & diſtantia planetæ conjunctim. Quia vero ſphærarum ſuperficies ſunt ut quadrata diametrorum, ſoliditates autem ut diametrorum cubi (ex elem. geom.), erunt planetarum ſuperficies ut arcus ſubtenſi quadratum & diſtantiæ quadratum ſimul, magnitudines autem ut arcus ſubtenſi cubus & cubus diſtantiæ ſimul. His principiis innituntur planetarum diametri, ſuperficies & magnitudines quæ in tabulis aſtronomicis legi ſolent. Verum quod ſpectat planetarum denſitatem, qua ratione inveſtigari poſſit, jam explicavimus in Phyſica generali ubi virium centralium doctrinam tradidimus. At dolendum eſt methodos hactenus cognitas in iis tantum valere planetis qui habent Satellites; eo autem tempore quo hæc ſcribo non ſine magna animi voluptate mihi nun-

nuntiatum eſt a clariſſimo viro D. Montaigne aſtronomo Lemovicenſi detectum fuiſſe Veneris Satellitem cujus diſtantia a planeta primario eſt ſemidiametrorum Veneris 50, tempus autem periodicum eſt dierum 12. Præcedentis doctrinæ uſum in hoc Satellite oſtendere non abs re erit. In memoriam revocandum eſt, ex Phyſica generali, maſſas planetarum qui Satellites habent, eſſe in ratione triplicata directa diſtantiarum Satellitis a planeta primario & duplicata inverſa temporum periodicorum. Itaque multiplicetur fractio $\frac{1075}{1558}$ quę rationem diametrorum Veneris & telluris exprimit per $\frac{50}{60}$ quæ eſt ratio diſtantiarum Satellitis a Venere & lunæ a terra, producti ſumatur cubus qui dividatur per quadratum fractionis $\frac{120}{273}$, quæ fractio exprimit rationem temporum periodicorum Satellitis & lunæ, his peractis operationibus invenitur 0, 98 qui numerus unitati proxime æqualis eſt; quare maſſa Veneris maſſæ telluris fere æqualis invenitur. Data autem quantitate materiæ in duobus planetis illorumque magnitudine, innoteſcit illorum denſitas quæ eſt in ratione reciproca voluminis, ſeu in ratione reciproca triplicata diametri; factaque operatione arithmetica, invenitur denſitas Veneris fere triplo major denſitate telluris. Simili in-

culę illę (ex natura fluidorum) vi cuicumque illatę cedant & cedendo facile moveantur inter ſe; ita diſponi debent ut vi æquali tendant ad punctum fixum verſus quod graves ſunt, ac proinde & circa punctum illud conſiſtant in æquilibrio. At ſi planeta ſit globus accurate rotundus, jam æquilibrium cum motu rotationis conciliari nequaquam poteſt. Etenim ſuperficiei planetariæ puncta ſingula circa axem deſcriberent circulos eo majores & eo majori velocitate, quo a polis remotiores ſunt circuli illi & æquatori propiores; hinc puncta illa verſus æquatorem acquirerent vim majorem centrifugam. Hæc autem vis centrifuga ut pote contraria vi centripetæ imminueret gravitatem, & quidem eo magis quo minor foret diſtantia ab æquatore. Igitur particulæ fluidæ verſus æquatorem minus reſiſterent vi qua particulę polis proximę tenderent ad centrum, quę proinde particulę refluerent ad ęquatorem ibique particulas fluidas ſurſum cogerent aſcendere, ideoque in eodem loco accumulatę ſuperficiem planetę attollerent, vel quod perinde eſt particulę fluidę in partibus ęquatoris exundantes figuram planetę mutarent. Itaque ad cavendam exundationem hanc oporteret planetam intumeſcere verſus æquatorem; hoc enim materiæ exceſſu compenſaretur decrementum gravitatis ex rotationis motu oriundum, atque omnia manerent in æquilibrio.

III. Ex demonſtratis evidens eſt pro majori rotationis velocitate majorem etiam eſſe planetæ compreſſionem. Hac de cauſa

facile conſpicua eſt compreſſa Jovis figura; cum planeta ille licet terra longe major, breviori quam decem horarum ſpatio ſuam rotationem abſolvat. Ex præcedentibus etiam patet inter circulos omnes quos in planetæ ſuperficie fingunt aſtronomi, æquatorem duntaxat circuloſque æquatori parallelos vere circulos eſſe; alii autem circuli quales ſunt Meridianus, Verticalis, Horizon &c. ad figuram ellipticam accedunt. Meridiani ſunt ellipſes quarum axis minor tranſit per polos, axis autem major æqualis eſt diametro æquatoris & in ipſo æquatoris plano. Hinc colligitur æquales meridiani cæleſtis gradus 360, accurate non reſpondere æqualibus meridiani planetarii partibus 360. Ita in tellure arcus meridiani terreſtris qui cæleſtis meridiani partibus æqualibus reſpondent, æquales non ſunt, ſed minores in iis locis in quibus magis convexa eſt telluris ſuperficies, majores autem ubi ſuperficies eſt magis compreſſa. Verum graviſſimam de figura telluris quæſtionem in ſequenti concluſione explicabimus.

CONCLUSIO.

Quamvis certo cognita non ſit accurata telluris figura, eam tamen verſus polos compreſſam eſſe demonſtrant obſervationes atque experimenta.

PROB. I. Definiendæ telluris figuræ prima methodus ad duas operationes reducitur; nempe ad menſuram arcus cæleſtis inter duo terræ loca ſub eodem meridiano & in

in diverſis latitudinibus conſtituta, atque præterea ad locorum illorum diſtantiam terreſtrem: totam hujus methodi rationem exponemus. Arcus cæleſtis amplitudo inveſtigatur obſervando in duobus propoſitis locis ejuſdem ſtellæ altitudinem meridianam, differentia altitudinum præbet ipſam arcus amplitudinem, hoc eſt, numerum graduum; in arcu cæleſti qui terreſtri locorum diſtantiæ reſpondet. Res perinde ſe habet, ſi obſervetur ſtellæ alicujus diſtantia a Zenith, deinde iter fiat ad auſtrum vel boream, donec altitudinis differentia ſit unius gradus; tandem locorum diſtantia geometricis operationibus capiatur, ut fieri ſolet, cæleſtis gradus menſura habebitur. Et re quidem ipſa, duos fingamus obſervatores in eodem meridiano, ita ut ejuſdem ſtellæ altitudo reſpectu utriuſque Zenith uno gradu differat. Ex duobus illis locis ductæ intelligantur in meridiano tangentes duæ quæ reſpectivos horizontes determinabunt, atque ad tangentes illas agantur perpendiculares quæ lineas verticales ſeu lineas ipſorum Zenith reſpective exhibebunt. Jam vero quia ſtella immenſo fere intervallo diſtat, radii *viſuales* utriuſque ſpectatoris ad ſtellam erunt paralleli, ac proinde altitudinum differentia ex diverſa tantum utriuſque horizontis inclinatione oriri poteſt. Quare angulus utriuſque horizontis vel utriuſque tangentis inclinatione comprehenſus, erit unius gradus, ideoque etiam angulus utriuſque perpendicularis. Si terra ſit ſphærica, duæ perpendiculares in centro concurrent, atque locorum diſtantia erit

unius

unius gradus ſive par 360 meridiani. Porro evidens eſt ad accuratam graduum æſtimationem, a refractionum erroribus liberandas eſſe ſtellarum altitudines, atque ut error minuatur adhiberi debet ſtella ipſi Zenith proxima, cum in Zenith refractio ſia nulla & in diſtantia quatuor vel quinque graduum pro nulla fere haberi poſſit. Deinde ejuſdem ſtellæ obſervationes, quantum fieri poteſt, eodem tempore in duobus locis haberi deſiderandum eſt; hac enim adhibita diligentia tolluntur reductiones & correctiones, ob apparentes ſtellarum motus, omnino neceſſariæ, ſi obſervationes eodem tempore fieri non poſſint. Tandem ſi loca non ſint ſub eodem meridiano accurate poſita, arcus amplitudo, prædictis cautionibus adhibitis obſervata præbet arcus cæleſtis amplitudinem inter duos utriuſque loci circulos parallelos. Sed his præmiſſis jam accuratiſſimas obſervationes afferamus iiſque ad definiendam telluris figuram utamur.

Si terra ponatur ſphærica gradus omnes æquales eſſe jam demonſtravimus, nempe idem omnino iter faciendum eſſet in meridiano ut ejuſdem ſtellæ altitudo gradus unius angulo creſceret vel decreſceret. At ſi tellus non ſit ſphærica, gradus inæquales eſſe brevi ratiocinatione facile intelligitur. Ponamus primum terram ſphæricam & ex molli materia compactam, eamque duabus viribus in utraque axis extremitate comprimi fingamus ſecundum axis directionem, ita ut axis ille contrahatur, æquator autem dilatetur; Jam tellus in utriuſque axis extremitate magis erit complanata ideo-

que

que minor telluris curvatura in axe, major autem in æquatore. At quo major eſt telluris curvatura ſecundum directionem meridiani, eo brevius iter fieri neceſſum eſt ſecundum eandem directionem, ut obſervata ſtellæ altitudo gradus unius angulo augeatur vel minuatur. Itaque ſi terra ſit compreſſa verſus polos, brevius iter faciendum eſt in meridiano prope æquatorem quam verſus polos, ut gradum unum latitudinis acquiramus vel amittamus. Igitur ſi terra ſit compreſſa verſus polos, gradus creſcere debent ab æquatore ad polos & contra. Idem magis geometrice demonſtrari poſſet ex *radiorum oſculatorum* natura. Etenim ſi curvatura ſit major, minor eſt radius oſculator, ac proinde & minor circuli oſculantis peripheria, ideoque minor etiam circuli gradus. Longius eſſet exhibere diverſas graduum menſuras quæ in egregiis operibus de figura telluris nuperrime editis fuſe deſcribuntur, ſatis ſit obſervare accuratiſſimas graduum dimenſiones in id omnes conſpirare ut exhibeant figuram telluris compreſſam ad polos, verſus æquatorem oblongatam.

Prob. II. Si tellus compreſſa ſit verſus polos, generatim certiſſimum eſt gravitatem minorem eſſe ſub æquatore & majorem ſub polis, ac proinde, eadem manente longitudine, retardatur pendulorum motus pergendo a polis ad æquatorem & viceverſa. At gravitatis inæqualitas conciliari non poteſt cum ſphærica telluris figura, & majore exiſtente vi gravitatis ſub polis, tellurem verſus æquatorem elatam

eſſe

eſſe demonſtravimus (num. præc.). Hinc concludere licet: telluri tribuenda eſt figura illa quam obſervationes & experimenta omnino poſtulant; atqui &c. Ergo.

Porro quamvis tellurem verſus polos compreſſam, & verſus æquatorem oblongatam compertum omnino ſit, non tamen æque certum eſt ellipticam eſſe telluris figuram, neque certo cognita eſt axium ratio. Et quidem ex obſervationibus aſtronomicis res non ſatis accurate confici videtur. In his obſervationibus fingitur lineam verticalem per axem telluris tranſire, eamque perpendicularem eſſe ad horizontem; ponitur etiam meridianum ſive planum in quo ſol, meridiei tempore, verſatur & quod tranſit per lineam verticalem, per axem telluris quoque tranſire. Verum hæc tria non ea ſubtilitate, quæ neceſſaria omnino eſt, determinata videntur; pendent enim ex partium telluris homogeneitate aliiſque hypotheſibus omnino incertis. At ſi ponamus diverſam omnino eſſe & ſine certa lege partium telluris denſitatem, jam quia gravitas corporis ex ſingulis partium terræ attractionibus componitur, major vel minor partium denſitas gravitatis legem omnino immutabit, atque hinc diverſa axium terræ proportio pro diverſa internarum partium diſpoſitione variaque denſitate. Verum quamvis certo cognita non ſit telluris figura, vix tamen in dubium vocari poteſt figuram telluris eſſe quamproxime regularem & ſimiles eſſe terreſtres meridianos. Etenim in ſequenti articulo demonſtrabimus *præceſſionem æquinoctiorum* ellipticæ telluris

luris figuræ tribuendam eſſe, atque hæc hypotheſis cum obſervationibus aſtronomicis probe conſentit. Porro ſi exteriores globi noſtri partes ſine ordine forent diſpoſitæ, hæc irregularitas præceſſionis phænomena & leges maxime turbaret.

Tandem ellipticam telluris figuram ſaltem quamproxime oſtendere videntur accuratiſſima pendulorum experimenta. Ita ſe habent experimenta illa ut gravitatis incrementa quæ auctis penduli longitudinibus ſunt proportionalia, ſatis accurate inveniantur ut quadrata ſinuum latitudinis, quæ quidem obſervationes non ſolum regularem ſed ellipticam quoque telluris figuram confirmant. Verum quia ſubtiliſſimæ ſunt obſervationes illæ & in iis peccari facile poteſt errore quidem licet levi, in re tamen periculoſa maxime gravi, ideo ſatis nobis erit affirmare terram verſus polos compreſſam eſſe. Hæc autem concluſio comparari debet cum iis quæ in phyſica generali de gravitatis variatione demonſtrata ſunt. Porro axis terreſtris diametro æquatoris brevior ſtatuitur differentia $\frac{1}{175}$, ſecundum accuratiſſimas obſervationes quas Academici Pariſienſes immortali labore verſus polum & æquatorem habuere.

Objic. Figura telluris eſt admodum ſcabra & montibus aſpera. Nullis experimentis, nullis obſervationibus definiri poteſt irregularis terræ curvatura quæ per tot anfractus & valles, per tot colles altioreſque montes ſeſe perpetuo ſinuat & nulla certa le-

lege variat. Ergo &c.... Reſp. N. Conſ. Quæſtionis propoſitæ ſtatum minus aſſequuntur qui hanc telluris irregularitatem objiciunt. Inequalis admodum eſt externa telluris figura, in ampliſſima camporum planitie nulla ſæpe curvatura apparet, valles autem curvaturam habent extrorſum, montes introrſum obverſam; hanc irregularitatem nemo non videt. Figura hæc etiam perpetuo mutatur montium et rupium lapſu, imo in mari, mutato undarum tumore, ſuccedentibus ſibi fluctibus, telluris ſuperficies perpetuo mutatur. Itaque dum figuram telluris inveſtigamus, nulla montium & vallium irregularitas conſideratur. Tota quæſtio in eo poſita eſt: aſſumpto nempe puncto quolibet in ſuperficie terreſtri, quęritur ſuperficies continua ab eo puncto circumquaque ducta tali lege ut ad ſuperficiem illam ubique perpendicularis ſit directio gravitatis vi centrifuga affectæ. Igitur figura telluris pendet omnino ex lege gravitatis, ut ſæpius obſervavimus, nec ſatis accurate & ad amuſſim definiri poteſt; attamen tellurem compreſſam eſſe ad polos non ſolum oſtendunt obſervati meridianorum gradus & inſtituta pendulorum experimenta, ſed etiam confirmat lex analogiæ; nam accuratiſſimis obſervationibus compertum eſt, ſatis notabiliter oblongatum eſſe Jovis æquatorem, quæ quidem Jovis figura ex rapidiſſima planetæ hujus rotatione repetenda eſt.

Inſt. I. Figuræ terreſtris irregularitatem nullis unquam experimentis aut obſervationibus definiendam demonſtrant obſervatio-

tiones aſtronomicæ. Terram non eſſe ſolidum ex rotatione curvæ alicujus circa axem genitum oſtendunt graduum menſuræ in Gallia atque in Italia a doctiſſimis viris habitæ. Et quidem in Italia, eadem manente latitudine, ſed mutato meridiano, gradus minor quam in Gallia obſervatus eſt. At ſi telluris figura regularis foret, æquales eſſent gradus æqualiter diſtantes ab æquatore, ſeu meridiani omnes eſſent ſimiles; quod cum non obſervetur, hinc argumentari licet. De figura telluris nil affirmari poteſt, ſi irregulares obſerventur meridiani terreſtres illorumque irregularitas nonniſi per obſervationes ubique locorum inſtituendas definiri poſſit, atqui &c Ergo.... Reſp. Diſt. Maj. Et inde colligitur fieri poſſe ut meridiani terreſtres neque ſimiles ſint neque elliptici, C. Maj. ex obſervationibus colligitur terram non eſſe verſus polos compreſſam, N. Maj. & conſ. In præſenti quæſtione hoc unum oſtendere volumus, telluris figuram ad æquatorem eſſe oblongatam, quod quidem variis argumentis probavimus, quidquid ſit de figuræ terreſtris irregularitate. Neque neceſſe eſt ſingulos dimetiri longitudinis & latitudinis gradus ad determinandam hanc quam diximus telluris figuram, ſatis enim eſt varios gradus in locis valde diſſitis ſumma diligentia metiri, factaſque obſervationes ad alia terræ loca transferre licebit, præſertim cum id fieri, generatim ſaltem, poſtulet gravitatis & vis centrifugæ doctrina. Tandem quod ſpectat graduum differentiam in Gallia & Italia, hæc differen-

tia

tia inter utrumque gradum eſt hexapedarum 70 duntaxat, quarum pars dimidia 35, unicuique gradui poteſt tribui. Porro ſi duorum minutorum ſecundorum error duntaxat in arcus cæleſtis menſura committatur, hexapedarum 32 errore in gradus menſura peccabitur. Quamvis autem minime ſuſpecta ſit clariſſimorum virorum diligentia, nobis tamen facile perſuademus rem tam periculoſam aliis menſuris & in locis remotioribus confirmandam eſſe, ita ut tanta ſit differentia quæ fidem omnino indubitatam faciat & in ipſam obſervationem refundi nequaquam poſſit.

Inſt. II. Tellurem verſus polos compreſſam eſſe concluditur ex incremento graduum pergendo ab æquatore ad polum; at concluſionem omnino contrariam ex iiſdem obſervationibus derivarunt doctiſſimi etiam in Gallia viri Picardus & alii. Et quidem ſit C centrum telluris, P polus, (Fig. 37.) EHP meridianus. Ex centro C ducatur recta CH, comprehendens cum CE angulum unius gradus; fingatur EC, major quam CP; arcus terreſtris duabus rectis CH, CE, comprehenſus, major erit, quam verſus P, quod evidens eſt, ac proinde gradus major foret verſus æquatorem quam verſus polos. Ergo tantum abeſt ut ex graduum menſura colligatur terram eſſe oblongatam verſus æquatorem, quin contra verſus polos oblongata eſſe debeat.... Reſp. N. Conſ. Allato aut fortaſſe alio ſimili paralogiſmo in errorem inducti fuerunt clariſſimi etiam viri qui ex ſuis obſervationibus terram verſus polos oblongatam eſſe concludebant, con-

tra quam facere debuerunt. Totus paralogiſmus in eo latet, quod nempe gradus terreſtris non eo determinetur angulo qui duabus lineis e centro ad circumferentiam ductis continetur, ſed gradus definitur duabus perpendicularibus quæ ad telluris ſuperficiem ductæ angulum unius gradus efficiunt. Diſtantia ſtellarum a Zenith ac proinde & illarum altitudo harum perpendicularium reſpectu æſtimatur; porro perpendiculares illæ per centrum telluris non tranſeunt, niſi tellus ſit ſphærica, ut antea explicavimus, atque hic eſt fons paralogiſmi. Pendulorum obſervationes plurimis objectionibus impugnari ſolent, ſed his abunde ſatisfactum eſt in phyſica generali.

ARTICULUS III.

De phænomenis pendentibus ex mutua planetarum actione, præſertim de æſtu maris.

I. IN præcedentibus articulis planetarum orbitas velut ellipticas conſideravimus, quales omnino eſſe debent, ſi nulla alia vis agat præter attractionem in ſolem quæ decreſcat in ratione diſtantiarum duplicata. At mutua eſt, atque eadem lege, planetarum actio in ſe invicem; ita Saturni & Jovis actio utriuſque planetæ motus perturbat pro diverſa Jovis, Saturni & ſolis poſitione; verum errores ex mutua attractione oriundi in motibus lunaribus maxime ſiunt conſpicui. Maſſa ſolis eſt circiter centies ſeptuageſies millies major maſſa telluris & ſeptem mille millies major maſſa

lunæ;

lunæ; cum autem tanta ſit ſolaris maſſa, ſi cum tellure & luna conferatur, ex theoria Newtoniana intelligitur potentiſſimam eſſe in utrumque corpus ſolis actionem, qua fieri debet ut minoris corporis motus & orbita circa corpus majus non parum turbetur. Facile etiam patet errores illos variis de cauſis implicari; orbis annuus telluris eſt ſoli excentricus, & præterea orbita lunæ non eſt in plano orbitæ telluris, ſed eam in duobus punctis ſeu *nodis* interſecat, atque deinde hinc & inde deflectit ſpatio circiter graduum quinque. Evidens autem eſt pro diverſa virium directione diverſaque velocitate multas oriri errorum ambages explicatu difficiles. Huc tota res reducitur: *datis ſcilicet tribus corporibus, eorum mutua poſitione, maſſa & velocitate, invenire curvas deſcribendas, poſita attractione in ratione directa maſſarum & duplicata inverſa diſtantiarum*: difficillimum problema illud primus omnium aggreſſus eſt & ſagacitate mirabili ſolvit celeberrimus vir D. Clairaut. Tantam calculorum difficultatem hic perſequi non licet, ſed ſatis ſit monere hujus problematis ope comparatas fuiſſe lunares tabulas cælo apprime conſentaneas. Hinc de laudato viro dicere licet quod de Newtono cecinit Hallejus:

Diſcimus hinc tandem qua cauſa argentea phœbe
Paſſibus haud æquis eat & cur ſubdita nulli
Hactenus aſtronomo numerorum fræna recuſet.

Ex mutua planetarum actione generatim intelligitur *apſidum* motus. *Apſides* appellant aſtronomi duo illa orbitæ puncta in quibus planeta maximam vel minimam a ſole aut

ter-

terra diſtantiam obtinet, punctum maxime diſtantiæ *ſumma apſis* dicitur, minimæ autem diſtantiæ punctum *apſis ima* vocatur; tandem linea per centrum orbitæ tranſiens & duo illa puncta conjungens *linea apſidum* nominatur. Jam vero ſi planeta nulla alia vi urgeatur præter attractionem in ratione diſtantiarum duplicata decreſcentem, evidens eſt ex demonſtratis lineam apſidum eſſe ipſum orbitæ ellipticæ axem majorem. At ponamus accedere vim aliam quæ tendat quidem ad ellipſeos focum, ſed vis tota minor ſit quam in ratione duplicata inverſa diſtantiarum, evidens eſt planetam in priori orbita manere non poſſe, ſed extra ipſam debet excurrere, cum minori vi ad focum urgeatur. Quare vel planeta aliam curvam deſcribet ipſamque ellipſeos circumferentiam deſeret, vel ipſam ellipſim circa focum revolvi neceſſe eſt ea lege ut planeta maneat in priſtinæ orbitæ circumferentia. In hoc caſu, ſi planeta verſus apſidem ſuperiorem ſit poſitus & ad inferiorem promoveatur, manifeſtum eſt ſuperiorem ellipſeos apſidem verſus planetam promovendam eſſe, cum ellipſeos puncta verſus apſidem hanc ſint magis remota a foco qui eſt centrum virium. Igitur axis major ſecundum planetæ directionem progredi debet, atque eo majori velocitate quo magis decreſcit vis centripeta. At contra ſi creſcat vis centripeta, planeta vi majori ad focum tendit; ac proinde intra ipſam ellipſim curvam aliam deſcriberet, niſi ellipſis circa focum ita revolvi intelligatur ut planeta in iis maneat orbitæ ellipticæ punctis quæ

au-

auctæ vi centrali conveniunt. Quare apſidem ſuperiorem quæ longius diſtat a foco, ab ipſo planeta recedere oportet; ac proinde in hoc caſu apſidem progredi neceſſum eſt ſecundum directionem planetæ directioni contrariam, atque eo majori velocitate quo magis creſcit vis centripeta. Itaque apſidum motus per ellipſim mobilem ingenioſiſſime repræſentant aſtronomi. Errores ex mutua attractione in motibus lunaribus oriundos generatim tantum explicabimus; nihil enim in univerſa aſtronomia difficilius.

Apſidum motus in planetis fere nullus eſt, ſed in luna maximus obſervatur; tantus nempe eſt ut linea apſidum lunæ eadem cæli puncto nonniſi poſt novem annos reſpondere videatur; hoc ſcilicet temporis intervallo apogæum lunæ progreditur ab occidente in orientem ſeu ſecundum ordinem ſignorum, ſuamque revolutionem abſolvit. Singulas hujus motus circumſtantias perſequi res eſt difficillima neque ad phyſices elementa pertinet, ſed ex precedentibus generatim intelligitur. Ex iiſdem etiam principiis patet ratio generalis cur moveantur orbitæ lunaris *nodi*; etenim vires perturbantes ſuam quoque exercent actionem in orbitæ lunaris planum quod ad planum eclipticæ ſub angulo circiter novem graduum inclinatum eſt. Igitur vires illæ pro diverſa illarum directione, plani lunaris poſitionem ſitumque nodorum mutant. Porro quamvis pro diverſa telluris, lunæ & ſolis poſitione in diverſas partes agant vires perturbantes ac proinde motus directos & retrogrados per vices efficere poſſint; ſi tamen

men poſt plures revolutiones motuum directorum ſumma excedat motus retrogrados, jam motus fit in conſequentia ſeu ſecundum ſignorum ordinem; ſic apogæum lunæ novem annorum ſpatio revolvitur in conſequentia, ſed nodi regrediuntur ſeu feruntur in antecedentia. Porro evidens etiam eſt eaſdem vires perturbantes in periodicis lunæ temporibus inæqualitates aliquas efficere atque etiam orbitæ lunaris excentricitatem mutare. Hæ ſunt præcipuæ motuum lunarium inæqualitates ex mutua attractione procul dubio derivandæ, ſed virium perturbantium quantitatem explicare longius & difficilius foret.

II. Breviter jam conſideratis lunarium motuum inæqualitatibus, eadem brevitate inæqualitates alias attingemus in telluris motibus ex lunæ gravitate oriundas. Si tellus nullum haberet Satellitem, ſola vi centripeta in ſolem urgeretur. At quia luna in terram gravis eſt, evidens fit inde turbandum eſſe motum telluris circa ſolem. Illæ tamen inæqualitates in motu annuo ſunt valde exiguæ; alioquin in motu apparenti ſolis obſervarentur. Et quidem recenſitæ jam inæqualitates lunares, actionibus ſolis, lunæ & telluris productæ, ſunt valde magnæ ob lunæ tellurisque proximitatem. Verum inæqualitates illæ e ſole viſę apparere debent omnino minime, ac proinde motus apparens ſolis parum turbatur. Præterea cum lunæ maſſa ſit longe minor quam maſſa telluris, manifeſtum eſt inęqualitates ex actione lunæ in terram oriundas longe minores eſſe erroribus actione

lunę in terram productis. Hinc ergo intelligitur actione mutua lunæ & terræ motus ſolis apparentes leviter tantum mutari, ſeu quod idem eſt, motus veri telluris eodem fere modo ſe habent ac ſi tellus nullum haberet Satellitem. Attamen in ſolis theoria *æquationem* adhibere ſolent aſtronomi his erroribus convenientem, ſi magna calculorum ſubtilitate opus ſit.

At gravitas lunę in terram effectum alium ſatis ſenſibilem producit; tanta eſt nempe actio lunæ in terram ut in mutua plani æquatoris & eclipticæ variationem inducat. Quod ut intelligatur, aliqua in memoriam revocari debent. Poni ſolet in aſtronomia, tellure circa ſolem revolvente, ipſum telluris axem ſibi ſemper manere parallelum, ita ut cum ecliptica angulum efficiat $66^{o}\frac{1}{2}$; unde colligitur planum ęquatoris eſſe inclinatum ad planum eclipticæ ſub angulo $23^{o}\frac{1}{2}$, & planum illud productum bis tantummodo in qualibet revolutione tranſire per centrum ſolis, atque illa duo cæli puncta, quibus, in his duobus caſibus, reſpondere videtur centrum ſolis, dicuntur *puncta æquinoctialia*. In alio quolibet caſu ſol ad alterutram æquatoris partem jacet, nempe ad partem borealem tempore æſtivo, & ad partem auſtralem tempore hyberno. Puncta hæc æquinoctialia fixa non manent, ſed lentiſſime inter ſtellas moveri videntur ab oriente in occidentem, atque hoc eſt phænomenum quod *æquinoctiorum præceſſionem* jam appellavimus. Illud vero phæ-

phænomenum ex motu retrogrado nodorum æquatoris & eclipticæ intelligitur. Etenim quemadmodum actio ſolis efficit ut lunares nodi regrediantur, ita etiamſi planeta aliquis circa terram prope illius ſuperficiem revolveretur in plano ęquatoris, nodi regrederentur quoque. Jam ponamus augeri planetarum numerum donec ſe invicem tangant & annulum in ęquatore componant, nodi hujus annuli regrediuntur etiam non ſecus ac ſingulorum planetarum nodi. Fingamus tandem hunc annulum telluri adhęreſcere, illius nodi deberent regredi ſed lentiori motu, cum annulus tellurem totam cui adhęreſcit movere deberet. Jam vero quia tellus eſt oblongata verſus æquatorem, exceſſus materiæ in hoc loco gerit vices annuli; ſed tardior eſt motus nodorum æquatoris, cum partes telluris accumulatæ quibus fit ut tellus non ſit ſphærica, per illius ſuperficiem ſint diſperſæ; ac proinde minorem producunt effectum, qui major omnino foret ſi addita materia in plano æquatoris ſub annuli forma foret diſpoſita. Luna in hunc annulum vim majorem exercet quam ſol ob minorem illius diſtantiam, & utriuſque actio ſimul in punctis æquinoctialibus regreſſum inducit, ita ut temporis intervallum inter duo proxima æquinoctia quod *annum tropicum* vocant aſtronomi minus ſit anno periodico quo ſcilicet tellus ab uno orbitæ ſuæ puncto ad idem punctum regreditur. Itaque generalem explicavimus præceſſionis æquinoctiorum cauſam. Si autem ponamus tellurem proxime ſphæricam & verſus æquatorem oblongatam,

quantitas motus ſolis & lunæ viribus in hunc annulum producta & accuratiori calculo computata cum obſervationibus aſtronomicis preclare conſentit ; quare hic rurſus confirmantur quæ de figura telluris jam ante oſtendimus. Hæc dicta ſint de lunæ & ſolis actione in motum telluris, prætermiſſis aliorum planetarum actionibus; ſinguli enim planetæ, in attractionis generalis ſyſtemate, telluris motum turbare debent, ſed errores inde oriundi ob maximam planetarum diſtantiam, vel minorem illorum maſſam, ab aſtronomis negligi ſolent ; verum actionem Veneris in terram, poſt detectum ejus Satellitem, majori diligentia nunc æſtimare licebit. De his omnibus mutuæ gravitatis effectibus præclariſſima opuſcula tradiderunt magni quidam viri; ſed ſublimiorem explicarunt doctrinam quam quæ hic locum habere poſſit.

III. Non ſolum in corporum cæleſtium motibus ſeſe manifeſtant mutuæ gravitatis effectus, ſed in terreſtribus quoque phænomenis & qui omnium oculis obverſantur facile conſpicua eſt attractio. Ineptiſſimas de fluxu & refluxu maris philoſophorum quorumdam opiniones referre ſuperfluum omnino eſt, genuinam atque omnino indubitatam hujus phænomeni cauſam in ſequenti concluſione explicabimus.

CON-

CONCLUSIO.

Ex actione lunæ & ſolis repetenda ſunt æſtus marini phænomena.

PROB. Conſtat æſtus maris duobus oppoſitis motibus fluxu ſcilicet & refluxu. In oceano præſertimque ſub Zona torrida maxime conſpicui ſunt hujuſmodi motus, maris aquæ per horas circiter ſex fluunt verſus littora eaque latiſſime occupant, perque horas totidem refluunt inde longiſſime, & littora ſicca relinquunt: horum motuum primus dicitur *fluxus*, alter vero *refluxus*. Ut autem concluſionem hanc recto ordine demonſtremus, varia præmitti debent æſtus marini phenomena. Triplex obſervatur eſtus marini periodus, *diurna*, *menſtrua* & *annua*. Periodus diurna definitur ſpatio horarum 24 & minutorum primorum 49, quo ſcilicet tempore fluxus & refluxus bis contingit, atque hoc intervallum eſt tempus ipſum inter tranſitum lunę per meridianum & reditum ad eundem. Periodus menſtrua in eo poſita eſt quod ęſtus ſint majoręs in noviluniis & pleniluniis quam in quadraturis, ſive ut accuratius loquamur, in qualibet lunatione ęſtus contingunt maximi ubi luna 18 circiter gradibus diſtat a plenilunio vel novilunio, ęſtus autem fiunt minimi ubi luna totidem gradibus 18 diſtat a quadraturis. Tandem quod ſpectat periodum annuam, hęc in eo ſita eſt quod ęſtus in diebus ęquinoctialibus celebrati ſint maximi in noviluniis & ple-

niluniis, in quadraturis autem majores ſint quam in aliis lunationibus. Contra autem in diebus ſolſtitialibus, ęſtus minores ſunt in pleniluniis & noviluniis quam in aliis lunationibus; at in quadraturis majores quam in lunationibus aliis ęſtus contingunt. Ex his generalibus phęnomenis jam evidens eſt æſtum maris reciprocum magnam cum motibus lunaribus ſocietatem habere, ſed rem totam diſtincte explicemus. Fingamus lunam quieſcere & ponamus terram eſſe globum ſolidum quieſcentem, ad datam altitudinem immerſum fluido homogeneo & elaſticitate deſtituto cujus ſuperficies ſit ſphærica. Ponamus deinde hujus fluidi partes ſingulas ad centrum globi vi gravitatis tendere, eaſque a ſole & luna attrahi; ſi fluidi & globi immerſi partes ſingulę vi ęquali & ſecundum directiones parallelas traherentur, evidens eſt in hoc caſu lunę & ſolis actione moveri duntaxat totam globi & fluidi maſſam, eadem manente partium poſitione reſpectiva. At ſecundum attractionis leges, hemiſpherii ſuperioris partes, luminari ſcilicet proximiores, majori vi attrahuntur quam centrum globi, & contra vi minori attrahuntur partes hemiſpherii inferioris; quare ſi actione ſolis vel lunę centrum globi moveatur, fluidum ſuperius vi majori attractum, ad motum vi majori tendere debet quam centrum, ac proinde aſcendere debet fluidum vi quę ęqualis ſit differentię virium quę fluidum ſuperius & centrum globi attrahunt. Contra hemiſpherii inferioris fluidum cum minus attrahatur quam centrum globi, tardius movebitur, ideo-

ideoque centrum, ut ita dicam, fugiet, hoc eſt, a centro recedet vi quę circiter ęqualis ſit vi hemiſpherii inferioris. Igitur intumeſcet fluidum in duobus punctis oppoſitis lineę per ſolem & lunam transeuntis, accurrent ſingulę fluidi partes ad puncta illa & eo majori velocitate quo iiſdem punctis proximiores ſunt. Hinc manifeſtum eſt cur aquę maris in duobus ejuſdem meridiani punctis oppoſitis eodem tempore intumeſcant atque detumeſcant. Hinc etiam intelligitur ęſtum maris non ex tota ſolis & lunę actione provenire, ſed ex differentia virium quas luminaria illa exercent in centrum terrę & in fluidum tam ſuperius quam inferius; hanc virium differentiam appellabimus deinceps, *actionem ſolarem*, vel *lunarem*. Vires illas ſeorſim ęſtimare & cum vi gravitatis comparare docuit Newtonus & ex virium centralium doctrina demonſtravit actionem ſolis eſſe ad vim gravitatis ut 1 ad 12868200; quamvis autem non ita accurate determinata ſit actio lunaris, ut pote quia pendet ex maſſa lunæ nondum ſatis cognita, attamen ex quibuſdam æſtus marini phænomenis, actio lunaris fere quadruplo major invenitur actione ſolari; at quidquid ſit de juſta virium illarum differentia, certiſſimum eſt actionem lunæ multo majorem eſſe actione ſolis. Jam præcipua phænomena perſequamur.

Cum aquæ intumeſcere debeant in eo maris loco quod lunæ imminet & in telluris puncto diametraliter oppoſito, aquas deprimi neceſſum eſt in diſtantia graduum 90 ab iiſdem punctis; ſimili modo actio ſolaris

laris efficere debet ut aquæ ſuperiores ſoli ſubjectæ intumeſcant ac proinde & detumeſcant aquæ ab iiſdem punctis diſtantes gradibus 90. Porro ſi actiones illæ duæ ſimul componantur, evidens eſt aquarum aſcenſum in eodem loco, varietatibus plurimis eſſe obnoxium, tum quoad ipſam æſtus marini quantitatem, tum quoad horam, pro diverſa ſcilicet loci poſitione reſpectu ſolis & lunæ.

Generatim in conjunctionibus & oppoſitionibus luminarium, conſpirant vires duæ quibus aqua tendit in ſolem & lunam. Nam in conjunctionibus ſolis & lunæ, luminaria duo ſupra meridianum eodem tempore tranſeunt; in oppoſitionibus autem, infra meridianum tranſeunte altero luminari, ſupra meridianum tranſit alterum, ac proinde aquas maris conjunctis viribus trahunt luminaria duo. Contra autem in quadraturis, aqua quæ vi ſolis attollitur, vi lunę deprimitur. Etenim in quadraturis luna diſtat 90° a ſole, ergo aquæ actioni lunari ſubjectæ, ab aquis ſoli ſubjectis diſtant 90°. Igitur in hoc caſu luna attollit aquas, ſol eas deprimit. Quare in Syzigiis actio lunæ conſpirat cum actione ſolari, in quadraturis autem vires duæ opponuntur, ac proinde, cæteris paribus, æſtus marini maximi eſſe debent in Syzigiis, minimi autem in quadraturis; ut demonſtrant æſtus marini phænomena.

Diei cujuslibet naturalis intervallo, duplex contingit fluxus & refluxus ſolis actione productus, non ſecus ac die qualibet lunari duplex æſtus celebratur ob actionem

lunæ,

lunæ, atque ambo illi æſtus iiſdem legibus peraguntur, hoc ſolum obſervato diſcrimine quod æſtus lunari actione producti majores ſint iis qui ſolis actioni debentur; quamvis enim ſolis maſſa longe major ſit maſſa lunę, ob maximam tamen ſolis diſtantiam illius actio longe minor ſit actione lunari. Evidens etiam eſt ex attractionis legibus eo majorem eſſe ſolis & lunæ actionem quo minor eſt illorum a terra diſtantia. Si abſtrahamus a ſolis actione, æſtus marini altitudo maxima contingere deberet in tranſitu lunæ per meridianum, non tamen conſiderata vi inertiæ qua aquæ non ſecus ac alia omnia corpora, donatæ ſunt, qua nempe impreſſum motum ſervare conantur; hujus autem vis duplex effectus eſſe debet, horam ſcilicet qua contingeret maxima aquarum altitudo, ſecluſa vi inertiæ, debet retardare & ipſam aquarum altitudinem minuere, ut patet. Etenim ponimus terram quieſcere & lunam dato alicui terræ loco reſpondentem conſideremus; ſepoſita ſolari actione quæ lunari longe minor eſt, aqua intumeſcet in loco qui lunæ imminet. Ponamus deinde terram revolvi, hæc reſpectu motus lunaris velociſſime revolvitur & præterea aqua quæ vi lunæ attollitur & ſimul revolvitur cum terra, acquiſitam altitudinem vi inertiæ ſervare nititur, interim vero recedens a luna aliquam amittit altitudinis ſuæ partem; quare cum duo illi effectus ſibi ſint mutuo contrarii, aqua telluris motu tranſlata, intumeſcet verſus orientem lunæ magis quam facere debuiſſet ſine hoc motu, mi-

nus tamen aſcenderet quam aſcendere debuiſſet ſub luna, quieſcente tellure. Igitur telluris motus æſtum marinum retardare & aquarum altitudinem minuere debet.

Poſt fluxum & refluxum per aliquod tempus exiguum neque aſcendit mare neque deſcendit; aquæ enim vi inertiæ quietem & æquilibrium in utroque ſtatu vel fluxus vel refluxus ſervare] conantur; præterea cum telluris motus aquarum poſitionem mutet reſpectu lunæ, ac proinde & ipſius lunæ in aquas actionem, turbatur aquarum æquilibrium, & duæ illæ vires per aliquod tempus mutuo pugnant. His viribus jungi etiam debent aquarum tenacitas aliaque impedimenta plurima quæ aquarum motum retardant, proindeque efficiunt ut aquæ e ſtatu altitudinis ad ſtatum depreſſionis ſtatim non tranſeant. Luna ſupra orientales plagas tranſit antequam ad occidentales perveniat, quare in prioribus locis fluxus debet citius contingere. Hæc omnia cum æſtus marini phænomenis omnino conſentiunt.

Si luna in æquatore ſemper maneret, evidens eſt eam 90° a polis remotam fore ac proinde ſub polis nullus foret fluxus & refluxus, quare in locis polo proximis, fluxus & refluxus eſſet minimus & nequaquam conſpicuus, præſertim ſi conſideremus enormes glacies quæ in his locis maxime obſtant aquarum motibus. Verum quamvis luna non ſemper maneat in æquatore, 28 gradibus duntaxat ab eo deflectit, ac proinde mirum non eſt quod prope polos in latitudine 65°, nullus obſervetur fluxus & refluxus. Jam ponamus lunam 24 horarum in-

intervallo deſcribere circulum æquatori parallelum, aqua in polo per totam hanc diem quieſcet, cum luna eandem ſervet a polo diſtantiam. At ſi die ſequenti alterum parallelum luna percurrat, aqua eadem quoque die in polo quieſcet, ſed magis minuſve alta, prout luna minus magiſve diſtabat ab incolarum polarium Zenith vel Nadir. Si conſideremus locum aliquem inter lunam & polum, lunæ per ſuperiorem meridiani partem tranſeuntis diſtantia ab eodem loco deficiet a gradibus 90 magis quam excedet gradus 90 dum luna tranſit per inferiorem partem meridiani. Hæc eſt ratio generalis cur æſtus verſus polum borealem majores eſſe ſoleant in parte ſuperiori, luna in hemiſpherio boreali conſtituta; contra autem æſtus ſunt minores in parte inferiori; imo longius progrediendo verſus polum, unicus duntaxat fluxus & refluxus 24 horarum ſpatio contingit; dum enim luna eſt infra meridianum, a loco dato multo minus diſtat quam per gradus 180, imo diſtantia illa ita parum differt a gradibus 90 ut aquæ deprimi potius debeant quam attolli.

Cum bis tantummodo in quolibet menſe contingat ſolem & lunam eidem cæli puncto vel iiſdem punctis oppoſitis reſpondere, aquæ ut plurimum non debent ſub luna vel ſole immediate aſcendere, ſed in loco inter hæc puncta medio; ita dum luna pergit a Syzigiis ad quadraturas, hoc eſt, dum nondum diſtat a ſole per gradus 90, maxima aquarum altitudo fieri debet verſus occidentem lunæ, & contra dum

luna pergit a quadraturis ad Syzigias. Itaque in primo caſu, æſtus maximus præcedere debet tertiam horam lunarem; nam aquarum inertia faceret ut aquæ intumeſcerent tribus horis poſt tranſitum lunæ per meridianum, at poſitio reſpectiva ſolis & lunæ aquarum tumorem produceret ante tranſitum lunæ per meridianum. Contra autem in alio caſu, æſtus maximus tertia hora tardior eſſe debet. Varia æſtus marini phænomena quæ ex privatis lunæ & ſolis actionibus pendent, non poſſunt a ſe invicem diſtingui, ſed ſimul confunduntur. Æſtus lunaris actione ſolis aliquantulum turbatur, quod quidem ſingulis diebus contingere neceſſum eſt ob diei naturalis & lunaris inæqualitatem. Porro quia aquarum inertia & undulatio æſtum marinum retardant, hinc fit ut æſtus maximi non contingant in conjunctione vel oppoſitione lunæ, ſed poſt duos vel tres æſtus. Simili ratione æſtus minimi contingunt paulo poſt quadraturas. Tandem cum hyberno tempore ſol telluri proximior ſit quam tempore æſtivo, æſtus marini qui ſolſtitio hyberno contingunt, cæteris paribus, majores obſervantur quam ſolſtitio æſtivo. Præcipua æſtus marini phænomena generatim enuntiaſſe ſatis ſit; alia ſunt plurima quæ ſublimiorem poſtulant algebræ doctrinam atque vix unquam explicanda. Interim concludere licet: lunæ ſoliſque actioni tribuenda ſunt phænomena illa quæ non ſolum cum generali attractionis doctrina probe conveniunt, ſed etiam cum lunæ ſoliſque motibus, atqui &c. Ergo.

Ob-

Objic. Si attractioni lunæ referenda ſint æſtus marini phænomena, dum attolluntur aquæ ſupra meridianum, eas infra eundem meridianum deprimi neceſſum eſt; atqui obſervationibus compertum eſt aquas in eodem meridiano æque attolli tum ſupra, tum infra horizontem. Ergo &c.... Reſp. N. Maj. Hanc objectionem adverſus attractionem Newtonianam jactare non deſinunt Carteſiani. Verum quam frivola ſit ex demonſtratis intelligitur; manifeſtum enim eſt aquas infra meridianum vi minori attrahi quam ſupra meridianum, atque hac attractionum inæqualitate fit ut aquæ in duobus punctis oppoſitis eodem fere modo intumeſcere videantur, ut antea explicavimus. In eo ſitum eſt Carteſianorum ſophiſma, quod nempe fingant aquas attolli tota attractione lunæ, cum attollantur duntaxat attractionum differentia, nempe differentia inter attractionem totam & illam attractionem quam luna in centrum telluris exercet.

Inſt. I. Si luna ſupra mare tranſiens ipſius aquas alliciat, poſt tranſitum vero relaxet ſicque fluxum & refluxum producat, in zona torrida ubi actio lunæ eſt potentiſſima, mare potiſſimum intumeſceret. At conſtat in inſula *D. Thomæ* appellata & ſub ipſo æquatore conſtituta, mare vix ad quatuor pedes aſſurgere: in *Molucis Philippiniſque inſulis* vix ad pedes duos aut tres, cum tamen in belgicis oris quæ extra zonæ torridæ fines ſunt, ad octodecim uſque pedes aquæ evehantur. Sic ergo objici poteſt: In hypotheſi Nevvtoniana actio lunæ, ubi po-

potentior eſt, æſtum majorem produceret, atqui &c. Ergo.... Reſp. Diſt. Maj. ęſtum majorem produceret, ſi cætera ſint paria C. Maj. Secus N. Maj. & Conſ. Itaque in æſtimandis æſtus marini phænomenis attendi maxime debet loci conditio, ęſtus magnitudo ex ipſa marium magnitudine plurimum pendet; ita nulli æſtui obnoxia obſervantur maria anguſtiori ſpatio clauſa, liberrimus eſſe debet aquarum fluentium & refluentium motus atque ab oriente in occidentem ſatis vaſto intervallo mare extenſum eſſe oportet; quod quidem ex ipſa attractionis doctrina facile colligitur. Etenim ad producendum æſtum neceſſaria eſt virium inæqualitas in diverſas fluidi partes, attractio ſcilicet alibi major, alibi minor eſſe debet; Porro hæc inæqualitas ingentem ſatis tractum requirit; in tractu enim exiguo actio lunæ æqualem ad ſenſum addit vel demit gravitatem omnibus fluidi partibus quas proinde eodem ſemper plano horizontali terminatas eſſe oportet. Hinc eſt quod prope æquatorem ubi mare inter Africam & Americam anguſtum eſt, æſtus ſint multo minores quam hinc inde in zonis temperatis ubi maria late patent. Eadem ratione intelligitur quare ad littora major ſit aquarum motus & ad freta anguſta major eſſe ſoleat aquarum altitudo quam in aperto mari. Etenim motum actione lunæ impreſſum per longum tempus aquæ retinent, quæ proinde ſuſtinentur & novis aquis advenientibus attolluntur magis ac magis, præſertim ſi procurrentibus aquis impedimenta objiciantur. Tale phæ-

nomenum obſervatur ad *Plymuthum* & pontem *Chepſtovva* in Anglia aliiſque locis plurimis. Ex his patet accuratam æſtuum rationem afferri non poſſe niſi certiſſimis obſervationibus compertæ ſint ſingulæ locorum circumſtantiæ. Itaque quidquid demonſtravimus in concluſionis probatione verum eſt duntaxat, ſi maria eodem modo ſe habeant. Ex his locorum conditionibus pendet quod mare *Caſpium*, Mediterraneum, Balticum nullos aut fere nullos ęſtus patiantur; hæc enim maria ſunt veluti lacus qui vel nihil vel per anguſtum fretum cum oceano communicant; eam ob cauſam in mari nigro & mari caſpio fere nullus eſſe debet fluxus & refluxus, atque & minimus etiam in mari mediterraneo; ſed minor eſt in mari Baltico ob majorem illius ab æquatore diſtantiam. In ſinu veneto æſtus eſt manifeſtiſſimus & maxime regularis, id vero repetendum eſt ex ipſa ſinus veneti figura quæ talis eſt ut aquas magis reſtringat eaſque ad aſcenſum cogat. Itaque anguſtiora quoque maria fluxum & refluxum pati poſſunt, favente locorum opportunitate. Eadem de cauſa intelligitur fluminum quorumdam atque etiam nonnullorum puteorum æſtus; hæc phænomena procul dubio repeti debent ex occulta cum mari communicatione: quia vero incertæ & maxime irregulares ſunt hujus communicationis viæ, tales æſtus incertos & maxime irregulares eſſe oportet.

Inſt. II. Præcedentibus demonſtrationibus repugnare omnino videntur æſtus marini phænomena quæ in portu *Tunquini* obſer-

van-

vantur. In hoc portu unicus fluxus & refluxus 24 horarum ſpatio abſolvitur, & quidem ſingulari lege. Dum luna ad æquatorem accedit, nullus fit æſtus & aqua immota manet. At ubi luna aliquam habet declinationem, jam deprehenditur æſtus aliquis & fit maximus dum luna ad tropicos accedit. Hoc autem notandum eſt diſcrimen, quod nempe, luna ad partem æquatoris borealem exiſtente, aqua aſcendat dum luna eſt ſupra horizontem, contra autem deſcendat ſi luna ſit infra horizontem; nempe fluxus contingit in ortu lunæ, refluxus autem in occaſu; at ſi luna declinationem auſtralem habeat, contraria omnino lege æſtus peragitur, aqua intumeſcit in occaſu lunæ, refluit autem in ortu. Ergo &c. Reſp. N. Ant. & Conſ. ex præmiſſis principiis phænomena explicantur. Phænomenum illud plane ſingulare repetit Nevvtonus ex duorum æſtuum concurſu, quorum æſtuum unus ex mari auſtrali per litora ſinenſia originem habet, alter autem ex mari Indico. Cum horum æſtuum prior proficiſcatur e locis quorum latitudo eſt borealis; dum lunæ declinatio borealis eſt, & dum luna eſt ſupra horizontem æſtus fit major quam luna exiſtente ſub horizonte; alter autem æſtus qui proficiſcitur e regionibus meridionalibus quarum latitudo auſtralis eſt, major eſt dum declinatio lunæ auſtralis eſt, luna exiſtente ſupra horizontem, minor autem dum luna eſt ſub horizonte. Itaque inter æſtus illos alternis vicibus majores & minores, duo majores & duo minores ſingulis diebus ſimul recurrunt.

runt. Dum luna accedit ad æquatorem fluxusque alterni æquales fiunt, jam æſtus omnis ceſſat & aqua quieſcit. At dum luna ad alteram tranſit æquatoris partem, fluxus qui antea erant minimi, fiunt maximi, ac proinde ubi antea contingebant æſtus maximi nunc contingunt æſtus minimi & contra. Itaque ſingularis ille æſtus qui ad portum *Tunquini* obſervatur, ex prædictis principiis pendet; etenim idem æſtus in duos vel plures ſucceſſive advenientes diviſus, componere poteſt alios motus plane diverſos.

Inſt. III. Vis attractiva quæ mari commovendo ſatis eſſet, in experimentis pendulorum, barometrorum, in corporibus aquæ inſidentibus aliiſque id genus effectibus conſpicua maxime foret. Atmoſphæra noſtra perpetuo fluxu & refluxu tantis viribus agitata, vehementiſſimis ventorum tempeſtatibus jactaretur. Hinc concluditur; æſtus marini cauſa non eſt vis illa quæ in prædictis effectibus minime conſpicua eſt, atqui &c. Ergo ... Reſp. N. Maj. Quod primam ſpectat objectionis partem, certiſſimum eſt vires illas, licet mare commovere valeant, nullos tamen effectus ſenſibiles in gravitatem terreſtrem exercere poſſe. Etenim vim ſolarem ad excitandos æſtus marinos ita exiguam calculo invenit Newtonus ut minor ſit vi gravitatis 12868200 vicibus; ſumma autem virium ſolis & lunæ invenitur 2032890 vicibus minor vi eadem gravitatis. Igitur cum *grani* unius differentia in pondere granorum 4000 vix ſentiri poſſit accuratiſſima etiam ſtatera, perſpicuum eſt vires ſolis &

lunæ

lunę ſimul conjunctas vicibus quingentis minores eſſe quam quę pondus corporis cujuſvis ſtatera appenſi ſenſibiliter augere vel minuere poſſint. Quare nec in pendulorum, barometrorum experimentis, aliiſve ſimilibus gravitatis effectibus conſpicua eſſe poterit harum virium actio. Idem facilius intelligitur facta denſitatum aeris & aquæ comparatione. Ponamus aquam in aperto mari ad pedum 60 altitudinem aſſurgere; loco aquæ ſubſtituatur aliud quodlibet fluidum, ad ſimilem circiter altitudinem illud quoque debet aſcendere, quod evidens eſt. Etenim ſi fluidum majorem vel minorem oceani aqua denſitatem habuerit; actio ſolaris ſingulas fluidi partes attrahens, in maſſa tota vim majorem vel minorem in eadem ratione producet, ac proinde eædem forent fluidorum duorum velocitas atque altitudo. Ita columna aeris homogenei & ejuſdem cum aere noſtro denſitatis ad pedum 60 altitudinem aſcenderet, ejuſque altitudo ſingulis diebus 120 pedum differentia variaret, nempe pedibus 60 in aſcenſu totidemque pedibus in deſcenſu. At cum mercurius aere noſtro undecies millies circiter gravior ſit, differentia 120 pedum in altitudine atmoſphæræ linearum duarum duntaxat differentiam in altitudine barometri produceret; verum tantilla differentia aliæque variationes longe majores aliis cauſis innumeris tribui poſſunt; mirum ergo non eſt quod oſcillationes actione ſolis & lunæ in barometro excitatæ difficilius diſtingui poſſint. Hortandi tamen ſunt diligentiores Phyſici ut minimas illas differentias ſubtiliter & ſcrupuloſe attendant.

Quod

Quod ſpectat alteram objectionis partem certum eſt actionem ſolis & lunæ, quæ æſtus marini cauſa eſt, per atmoſphæram noſtram tranſmitti, antequam ad maris aquas perveniat. Itaque neceſſum eſt actionem hanc, quodcumque ſit illius principium, in aerem noſtrum exerceri ac proinde maſſæ aereæ partes commoveri. Nullum ergo dubium eſſe videtur quin actio ſolis & lunæ ad generalem ventorum cauſam pertineat. Et quidem ex demonſtratis evidens eſt æſtus marini ventorumque originem generatim conſideratam eſſe phænomena ejuſdem generis, ac proinde ad eandem generalem cauſam referenda: id autem maxime confirmant venti qui ſub zona torrida ab orientali plaga, & ſub zonis temperatis a plaga occidentali certis legibus ſpirare obſervantur. Ex illa actione repetendum videtur quod frequentiſſimis vehementiſſimiſque ventorum procellis in certis latitudinibus jactentur naves intra tropicos. Et certe in locis oceani liberioribus quæ obſtaculis minus ſunt impedita, leges magis conſtantes in ipſa ventorum vi & directione obſervantur. Porro hic ſermo eſt duntaxat de cauſa generali ventorum quæ ſolis & lunæ viribus debetur; neque phyſicis enumerare licet alias innumeras accidentales ventorum cauſas, quæ ex vaporibus per aerem infinita propemodum varietate diſperſis oriuntur. Neque etiam attingimus obſtacula plurima quæ generalem ventorum cauſam turbant, illorum vim frangunt atque directionem mutant. Tandem certiſſimum eſt in generali ventorum cauſa ſolis calori partes maximas

tri-

tribuendas eſſe; ſed tot tamque difficiles conditiones ad calculum revocari nequaquam poſſunt. Unum obſervare ſatis erit, actionem lunæ in aerem noſtrum longe majorem eſſe quam vulgo creditur a Phyſicis. Abſit quidem ut vaniſſima de lunari influxu imperitæ plebis ſomnia amplectamur; at cum actio lunæ ad mare turbandum vim ſolarem longe ſuperet, fateri neceſſum eſt hujus planetæ actionem in aerem noſtrum maximam eſſe & tantam ut in noſtra atmoſphæra plurimas diverſi generis mutationes afferre poſſit.

APPENDIX.

De quibuſdam præcedentis capitis utilitatibus.

UTiliſſimam eſſe in arte nautica æſtus marini doctrinam omnibus notum eſt, nec rem fuſius probare opus eſt. Quamvis autem in navigationis uſu tantam fortaſſe quantam nonnulli prædicant utilitatem habere non videatur telluris figura, eam tamen utilitates maximas habere poſſe manifeſtum eſt, ſi ad tantam quæ neceſſaria eſt obſervationum & experimentorum ſubtilitatem feliciter unquam pervenire poſſit hominum induſtria. At dolendum eſt ita imperfectum eſſe præſentem navigationis ſtatum ut errores qui in æſtimando navis itinere committi ſolent, erroribus ex telluris figura oriundis longe majores ſint. Quare licet laudandi maxime ſint doctiſſimi viri, qui, pro ſphæroidica telluris figura, marinas tabu-

bulas reformarunt, hæ tamen tabulæ nullius utilitatis eſſe poſſunt donec, arte nautica ad majorem perfectionem adducta, manifeſta tandem eſſe poſſit navigationis differentia vel in ſphæra vel in ſphæroide. Itaque his prætermiſſis adhuc expectandis utilitatibus, adoleſcentes Theologiæ ſtudioſos monebimus, quod vix credi poſſet, non deeſſe perverſiſſimos homines qui phyſica mundani ſyſtematis cauſa tam impie abutuntur ut negandæ providentiæ divinæ occaſionem inde arripiant. Data ſemel, inquiunt, planetarum impulſione, conceſſaque attractione, per ſolas naturæ leges, univerſa mundi ſtructura perpetuuſque rerum ordo perſeverare debent, ſine ulla conſervantis vel dirigentis auctoris providentia; tota ſcilicet natura his duobus innixa principiis, motu nempe primum impreſſo & mutua attractione, ſtabilis firmiſſimaque manebit, nec continua ſupremi artificiis actione indigebit. En impietatem non ſatis deplorandam & ex iis quæ de rerum conſervatione in metaphyſica demonſtravimus facile refellendam. Et certe, ecquis motum materiæ impreſſit? Ecquis materiæ vim attractivam certa lege indidit? niſi rerum omnium conditor D. O. M. qui omnia uno intuitu videt eaque proinde vult exiſtere, quandiu exiſtunt. Ineptum enim eſt fingere Deum qui de rebus a ſe creatis nihil cogitat eaſque conſtitutis ſemel legibus permittit. Etenim cum Deus ſit ens infinite intelligens, ipſi præſentiſſima ſunt omnia ac proinde res exiſtunt & tali modo exiſtunt, quia Deus vult; alioqui Deus nec foret in-

finite

finite intelligens nec omnipotens, ſeu non foret Deus. Igitur non philoſophantur, ſed *blaſphemant* increduli homines qui materiam a Deo creatam & primo mundi initio certis legibus diſpoſitam concedunt quidem, ſed deinde iiſdem legibus eam deſeri & veluti ſponte regi affirmant; quod explicare ſolent exemplo horologii affabre elaborati cujus motus ſine aſſidua artificis manu perſeverat. Hoc quidem exemplo nihil abſurdius quo Deus cum hominibus comparatur; ens infinite perfectum unico intuitu complectitur omnia eaque unico voluntatis actu conſervat. Hæc omnia conferantur cum iis quæ diximus in metaphyſica.

Phyſicam mundani ſyſtematis cauſam generatim expoſuiſſe nobis ſatis fuit, nec vaniſſimas *cosſmologiæ* hypotheſes recenſere placuit. Duo tamen circa hypotheſes illas monenda ſunt. Et 1 quidem in nullo phyſices ſyſtemate licet recedere a veritatibus revelatis atque a ſacris dogmatibus quæ de mundi creatione tradit Moſes. 2. Hypotheſes fingere licet in iis quæ revelationis & ſacræ Scripturæ auctoritas non docet. Minime ergo probandi ſunt ſeveriores nonnulli Scriptores & plus æquo religioſi qui phyſicam univerſam exigere volunt ad normam ſacræ Scripturæ, innoxiaſque hypotheſes nec Scripturæ ſacræ nec eccleſiæ auctoritate damnatas impietatis accuſare non dubitant. Exemplo ſit hypotheſis Newtoniana de radiorum lucis a ſole emanatione quam intemperantiores quidam & imperiti critici ajunt adverſari primo geneſeos capiti in quo lux primo die producta dicitur, ſol autem de-

deinde creatus legitur; quam inepta & maligna ſit talis accuſatio nemo non videt; Newtonus enim de præſenti rerum ſtatu loquitur & de lucis ſolaris propagatione. Præterea non deſunt doctiſſimi optimique nominis interpretes qui ſolis creatione ipſam angelorum creationem intelligunt, quam quidem interpretationem non improbat eccleſia. Neque etiam æquiores ſeſe oſtendunt Scriptores alii qui velut impiam & ſacræ Scripturæ contrariam traducunt opinionem quæ terram in mundi creatione aquis coopertam fuiſſe contendit. In hac ſententia nihil omnino eſt quod ſacræ Scripturæ contrarium videatur, & quidem legitur in laudato capite: *Spiritus Dei ferebatur ſuper aquas: fiat firmamentum in medio aquarum & dividat aquas ab aquis. Congregentur aquæ quæ ſub cælo ſunt in locum unum & appareat arida, & vocavit Deus aridam terram.* Hic data occaſione paucis verbis hortari non abs re eſt ſtudioſos adoleſcentes, ut in ſacra Scriptura non prophanas quærant ſcientias, ſed fidei dogmata morumque regulas quibus credere & ſancte vivere diſcant; at in philoſophicis opinionibus de quibus nihil pronuntiavit eccleſia ſeſe indulgentiores præbeant.

CAPUT III.

De Chronologia & Kalendario.

CHronologiæ nomine intelligitur temporum doctrina; hæc autem innititur illuſtrioribus quibuſdam factis ſeu monumentis ad

quæ velut ad puncta fixa revocari ſolet univerſa temporum antiquitas; illuſtriora hæc documenta quæ Chronologiæ baſis ſunt & fundamentum *Epochæ* vel etiam *æræ* appellantur. Neque in explicanda duntaxat atque illuſtranda temporum antiquitate verſatur Chronologia, ſed etiam *Epactarum*, *Periodorum* & *Cyclorum* ope feſta *mobilia* paſchatiſque celebrationem conſignat atque definit. Itaque, proprie loquendo, duplex diſtingui debet Chronologiæ pars; prima eſt tota *hiſtorica* in evolvendis factis occupata, altera autem *mathematica* eſt atque *aſtronomica* quæ obſervationes calculoſque aſtronomicos adhibet ad figendas epochas feſtoſque Religionis dies conſtituendos. Hæc ultima Chronologiæ pars Kalendarii doctrinam complectitur. Porro manifeſtum eſt temporum doctrinam clare explicari non poſſe, niſi de temporis menſura apud veteres præſertim uſitata aliquid præmittamus.

ARTICULUS I.

De temporis partibus atque menſura.

I. OMnibus notæ ſunt vulgares temporis partes, *Dies*, *Horæ*, *Hebdomades*, *Menſes* & *Anni*. Dies *naturalis* qui motu apparenti ſolis ab oriente in occidentem definitur, eſt illud temporis ſpatium quod numeratur dum ſol a meridiano vel aliquo alio circulo horario digreſſus ad eundem redit; naturalis dicitur ut diſtinguatur a vulgari die *artificiali* quæ *dies* ſimpliciter dicitur quatenus nocti opponitur. Non idem eſt apud om-

omnes gentes diei initium; Babylonii diem auſpicabantur ab ortu ſolis, Judæi &,Athenienſes ab occaſu quod itali nunc faciunt, & a ſole occidente horam vigeſimam quartam numerant, proximam poſt ſolis occaſum horam diei *primam* vocant; diem a media nocte olim inchoabant Ægyptii a quibus Hipparchus hunc computandi morem in aſtronomiam induxit eumque ſecuti ſunt Copernicus aliique aſtronomi; maxima tamen aſtronomorum pars commodius duxerunt diem a meridie auſpicari. Sed mos incipiendi diem a media nocte obtinet apud Gallos, Hiſpanos, Brittannos & alias pleraſque Europæ gentes.

Hora alia eſt *æqualis*, alia *inæqualis*. Hora æqualis eſt vigeſima quarta pars diei naturalis; ſed præter craſſiorem illam computationem, recepta eſt diviſio horæ in ſexaginta minuta prima & uniuſcujuſque minuti primi in ſexaginta ſecunda &c. Hora inæqualis eſt duodecima pars diei artificialis, item pars duodecima noctis. Horæ inæquales dicuntur etiam *temporaneæ* eo quod diverſis anni tempeſtatibus variæ ſint; nempe hora diurna æſtiva longior eſt Hyberna & nocturna brevior. In die autem æquinoctiali, hora diurna nocturnæ æqualis eſt, quare horæ æquales dicuntur *Æquinoctiales*. His horis uſi ſunt olim Judæi, Romani, hodieque utuntur Turcæ, atque ita meridies in horam diei ſextam incidit.

II. Hebdomas eſt ſeptem dierum ſpatium: variis appellationibus hebdomadis dies diſtinguuntur. Cum in ipſa mundi creatione divinus artifex ſex diebus cuncta digeſſerit,

& ſeptima tandem die *requieverit ab omni opere quod patrarat*, ad divini operis memoriam inſtitutum videtur ut hebdomadæ ſeptem dierum ſibi ſuccedentium ordine diſtinguerentur, quorum dierum ultimus, *Sabbatum* vel *requies* diceretur, eo quod in illo olim Creator, ejuſque deinde juſſu homines requieſcerent; quin etiam hebdomada ipſa ſabbatum & quælibet hebdomadæ dies *prima*, *ſecunda*, &c. *ſabbati* dici conſueverit, ut ſæpiſſime in evangelio legitur, præſertim vero cum phariſæus gloriabatur ſe *bis in ſabbato jejunare*. Quamvis autem Chriſtiani, ſabbati loco Dominicum diem quo Chriſtus a mortuis ſurrexit, ſacrum ſemper habuerint & ſingulas hebdomadæ dies *feria prima*, *ſecunda &c.* nomine deſignaverint, plerumque tamen veterem retinuerunt ethnicorum morem qui ſingulis diebus planetæ alicujus nomen impoſuere; ſic *Dominica* vel feria prima *dies ſolis*, ſecunda *lunæ* &c. appellantur. Menſis nomine proprie intelligitur illud temporis ſpatium quo luna Zodiacum proprio motu percurrit. Eſt alius menſis huic propemodum æqualis quem ſolis motus metitur, eſtque ſpatium temporis quo ſol unum ſignum, ſeu partem eclipticæ duodecimam deſcribit. Preter menſes prædictos de quibus diximus in aſtronomia, uſurpatus etiam fuit menſium civilium uſus; hi autem menſes pro Regni alicujus aut Reipublicæ inſtituto; pluribus vel paucioribus conſtant diebus. Ita Ægyptiis olim placuit menſem quemlibet diebus triginta conſtare, dieſque illi quinque ex quibus annus conſtabat ultra die-

dierum in menſibus numerum *Epagomena* dicebantur.

III. Annus eſt vel *aſtronomicus* vel *civilis*; anni aſtronomici utramque ſpeciem, *tropicum* ſcilicet & *periodicum* in præcedenti capite explicavimus. Annus civilis in Republica aut Regno aliquo receptus, eſt quoque duplex, *lunaris* aut *ſolaris* prout lunæ vel ſolis motibus eſt accommodatus. Rurſus duplex eſt annus lunaris, *vagus* vel *fixus*. Annus lunaris vagus conſtat duodecim menſibus Synodicis, vol duodecim lunationibus quæ diebus 354 abſolvuntur. Deficit itaque hic annus a ſolari diebus undecim; unde fit ut annorum initia per omnes anni tempeſtates, 32 annorum ſpatio vagari debeant, atque eam ob cauſam vagus annus dicitur; hac anni forma utuntur Turcæ & Mahumedani. Jam vero quia duodecim lunationes deficiunt ab anno ſolari diebus undecim, in tribus annis ſolaribus lunationes 36 ſeu tres anni lunares deficerent a ſolaribus 33 diebus. Itaque ut retineantur menſes in iiſdem anni ſolaris cardinibus, anno tertio menſis integer ſuperadditur; quod factum eſt, quoties opus fuerit, ut anni initium in eadem tempeſtate retineretur, & menſis hic ſuperadditus *Eumbolimæus*, ſeu *intercalaris* dicebatur. In annis novemdecim, hujusmodi menſes intercalares ſunt ſeptem, annuſque hujus formæ *lunaris fixus* nominatur. Tali anno uſi ſunt Græci, hoſque imitati Romani uſque ad Julium Cæſarem.

Annus civilis quem metitur ſolis motus duplex quoque eſt vel *fixus* vel *vagus*. Va-

gus dicitur *ægyptiacus* quo utebantur Ægyptii & conſtabat diebus 365, ac proinde ab anno tropico horis fere ſex deficit, quibus ſex horis neglectis fit ut quarto quolibet anno, uno die annum ſolarem antevertat annus vagus; ideoque quater 365 annis, hoc eſt, annis 1460, initium ejus vagatur per ſingulas anni tempeſtates.

IV. Cum annus ægyptiacus qui 365 diebus conſtat fere ſex horis deficiat a vero anno ſolari, horarum illarum ratio habenda eſt ut anni ægyptiaci ſolaribus conformes fiant. Præterea anni civilis idem initium eſſe debet, ab eadem ſcilicet diei hora; neque enim convenit annum inconſtanter incipere modo ab una diei hora, modo ab alia; quod tamen contingeret, ſi ſingulis annis adderentur ſex prædictæ horæ. Quare opportunum judicatum eſt ut horæ illæ trium annorum ſpatio accumulatæ, quarti anni horis ſex adderentur integrumque diem efficerent; hac enim die addita quarti anni diebus 365, idem quartus annus cum motu ſolis congruet. Hujus emendationis commodum intelligens Julius Cæſar, quarto cuilibet anno diem *intercalarem* adjiciendum juſſit, ut nempe adhibita hac correctione quartus annus conſtaret diebus 366. Hæc autem dies addita eſt menſi februario; quia vero in anno vulgari dies februarii 24 dicitur *ſextus Kalendas martii*, ſeu *ſextus ante Kalendas*, ſtatuit Cæſar ut quarto quolibet anno hæc dies bis diceretur ita ut in illo anno ſint bini dies quorum quilibet erit *ſextus ante Kalendas Martii*; qua de cauſa annus ille *Biſſextilis* dicebatur. Hæc forma an-

anni a Julio Cæſare conſtituta vocabatur *Juliana*, atque hæc eſt illius diſpoſitio ut quartus annus quilibet ſit Biſſextilis dierum 366; reliqui tres communes 365 dierum. Obſervandum tamen eſt juſto majus eſſe tempus anno ſolari a Julio Cæſare tributum; nam ſol periodum ſuam in Ecliptica abſolvit diebus 365, hor. 5, min. 49, ac proinde undecim minutis primis citius curſum ſuum ſol repetit & ab initio anni Juliani hoc temporis intervallo aberrat. Si, exempli gratia, ſol in aliquo anno, vigeſima die martii æquinoctium meridie celebraverit, proxima anno undecim minutis ante meridiem ad æquinoctialem circulum perveniet, & anno ſequenti viginti duobus minutis ante meridiem, eundem circulum attinget; atque ita ſingulis annis ſol motu ſuo undecim minutis annum civilem antevertet, ac proinde annis 131 integræ diei *anticipationem* produci neceſſum eſt. Quare æquinoctium cæleſte non in eodem ſemper anni civilis die hærebit, ſed ſenſim verſus initium anni regredietur, errore tam manifeſto ut in dubium vocari non poſſit.

Dum tempore Concilii Niceni de paſchatis celebrandi terminis actum eſt, æquinoctium vernale in diem 21 Martii incidebat; ſed perpetua ejuſdem æquinoctii anticipatione, tandem anno Domini 1572, quo Kalendarii Juliani reformatio agitata eſt, obſervatum eſt ſolem jam a die undecima Martii æquatorem attigiſſe, hoc eſt, per integros decem dies citius quam tempore Concilii Nicæni. Itaque cum ſummus Pontifex Gregorius XIII æquino-

ctium ad diem 21 Martii reſtituere cuperet, dies illos decem e Kalendario exemit, ſtatuitque ut dies undecimus Martii, vigeſimus primus numeraretur; ne autem deinceps idem incommodum obreperet, cautum eſt ut centeſimus quiſque annus *communis* eſſet, qui ſecundum Juliani Kalendarii formam debebat eſſe *biſſextilis*, at quartus quiſque centeſimus biſſextilis maneret. Nova hæc anni forma a ſummo Pontifice Gregorio XIII, cujus auctoritate ſtabilita eſt, *Gregoriana* nomen habuit. Hanc receperunt catholicæ omnes regiones atque etiam inter proteſtantes plurimæ, & paucis abhinc annis Anglia quæ hactenus repugnaverat, huic emendationi ſubſcripſit. Hæc de anno Gregoriano obiter dicta ſint, rem enim fuſius explicabimus in ſpeciali articulo de Kalendario.

ARTICULUS II.

De illuſtrioribus Epochis præcipuiſque periodis.

I. QUemadmodum in cælo ſunt certa puncta a quibus Aſtronomi in motuum cæleſtium computatione initium capiunt, ita etiam ſunt certa temporis puncta a quibus tanquam radicibus calculos ſuos inchoant chronologi. Hæ radices *Epochæ* ſeu *æræ* dicuntur a quibus anni & tempora numerantur. Duplex eſt epocharum genus; aliæ nimirum ſunt epochæ *ſacræ* quæ in ſacris litteris traditæ ſunt vel adhibitæ, in quibus nempe annorum ſeries ab aliqua re geſta in ſacris Scripturis memorata, numeratur.

tur. Aliæ ſunt *profanæ* quibus alii Scriptores utuntur & ab aliquo facto quod a profanis ſolum Scriptoribus memoratur originem ſumunt. Prima inter epochas ſacras eſt illa quæ ab ipſa mundi origine incipit diciturque epoca *orbis conditi*; de hac epocha inſignes ſunt controverſiæ; alii contendunt mundum conditum eſſe ante Chriſtum natum annis 3950. Alii Chriſto naſcente ætatem mundi fuiſſe annorum 3983 affirmant. Eccleſia græca & Imperatores orientis utuntur epocha quæ mundum longe antiquiorem facit: ſecundum illorum æram mundus conditus eſt annis ante Chriſtum 5509. Prolixius eſſet referre varias de mundi antiquitate opiniones, hanc quæſtionem iterum revocabimus in appendice. Aliæ ſunt epochæ ſacræ quamplures quarum præcipuę ſunt *diluvium*, *vocatio Abrahæ*, *exitus ex ægypto*, *Judæi a Regibus gubernati*, *captivitas Babylonica*. Sed epochæ illæ apud varios auctores variæ ſunt pro diverſo quod quiſque amplectitur Chronologiæ ſyſtemate; hanc autem Chronologiæ varietatem, paucis deinde quantum licet, expendemus, atque etiam æræ Chriſtianæ difficultates exponemus. Hujus celebris epochæ initium ex recepto eccleſiæ uſu poſt Dionyſii exigui tempora conjicitur in annum urbis conditæ 753; Dionyſius exiguus ſexto Eccleſiæ ſæculo profanis epochis antea uſitatis natalem Chriſti Domini diem ſubſtituit. Conſenſu unanimi recepta atque approbata fuit hæc epocha quæ ideo *vulgaris* appellatur, atque juxta hanc epocham præſens annus numeratur 1761 poſt Chriſtum natum. Verum

R 4 quam-

quamvis æræ Chriſtianæ initium a primâ die Januarii poſt Chriſtum natum ſumi debeat, quia tamen annum quò Chriſtus natus eſt nondum pro comperto habent Chronologi, hinc factum eſt ut, ſervata vulgari æra eccleſiæ uſu conſecrata, de æræ Chriſtianæ initio varias proponant opiniones. Sed quidquid ſit de illa opinionum varietate quam deinde examinabimus, nullus hodie extat in doctrina temporum vel mediocriter verſatus qui Dionyſianam epocham pro vera habeat. Hanc tamen epocham plurium ſæculorum uſu frequentatam merito retinet eccleſia ne temporum ordo & recepta rerum eccleſiaſticarum ſeries turbentur.

II. Longe major in profanis quam in ſacris epochis varietas reperitur. Inter profanas epochas antiquiſſima & celeberrima eſt *olympiadum* epocha, cujus initium refertur ad annum 776 ante Chriſtum natum, in ipſo plenilunio poſt ſolſtitium æſtivum. Frequentiſſimi uſus eſt hæc epocha in hiſtoria antiqua; originem habuit ex ludis *olympicis* qui ſingulis quatuor annis quinto ineunte, celebrari conſueverant.

Olympiadum epocha non multo poſterior eſt epoca *Romæ* ſeu *urbis conditæ* quæ duplex eſt, *Varoniana* & *Capitolina*; prior urbem conditam ponit anno ante Chriſtum 753, altera anno 752. Quamvis autem priſcis temporibus præcedentium epocharum uſus apud Græcos maxime floruerit, Ptolomæus tamen aliique aſtronomi veteres æra Nabonaſſarii Babylonii Regis ſæpiſſime uſi ſunt. Hæc autem æra cœpit anno

ante

ante Chriſtum 747. Aliæ ſunt epochæ plurimæ quas recenſere longius foret & ſuperfluum, cum in omnibus Chronologorum libris paſſim reperiantur. Verum ad perfectam epocharum omnium notitiam, neceſſaria omnino eſt periodus *Juliana* quæ conſtat annis 7980. Hujus periodi initium figitur annis 764 ante mundum conditum & nondum eſt terminata, ac proinde res omnes geſtas univerſaſque epochas complectitur. Annus ante Chriſtum fuit periodi Julianæ annus 4713, ideoque ex dato æræ Chriſtianæ anno ſtatim invenitur annus periodi Julianæ reſpondens, ſi nempe propoſito anno addantur 4713. Et contra ſi ab anno periodi Julianæ auferantur 4713, differentia præbet annum æræ Chriſtianæ quæſitum. Sed rem utiliſſimam explicemus.

III. Ex trium cyclorum lunæ, ſolis & indictionis multiplicatione conflatur periodus Juliana annorum 7980. Cyclorum illorum rationem exponemus. *Cyclus* appellatur certa ſeries numerorum ex ordine ad fixos uſque terminos progredientium & eodem deinde non interrupto ordine redeuntium. Hæc fuit cyclorum origo; revolutio nempe apparens ſolis circa terram in 24 horas pro arbitrio primum diviſa fuit, atque ad hanc diviſionem tanquam ad baſim & fundamentum revocatæ fuerunt omnes temporis menſuræ. In uſu civili uſurpabantur duntaxat horæ vel horarum tempora *multipla*, dies ſcilicet anni &c. At ſolis aut corporis cujuſvis alterius cæleſtis motus annuus, neque per ho-

ras, neque per tempora horarum multipla accurate menſurari & dividi poteſt. E. G. revolutio ſolis annua eſt dierum 365, hor. 5, min. 49, quamproxime; revolutio lunæ eſt dierum 29. hor. 12, min. 44. Itaque ad eliminandas fractiones obtinendoſque numeros integros qui dies & annos duntaxat continerent, excogitati fuerunt cycli qui plures ejuſdem ſideris revolutiones comprehenderent, ita ut poſt certam annorum ſeriem ad eundem cæli locum ſidus rediret. Talis eſt celebris cyclus lunaris qui eſt periodus annorum 19 ſolarium, vel annorum 19 lunarium cum menſibus 7 intercalaribus, quo tempore elapſo plenilunia & novilunia in eaſdem anni Juliani dies incidunt. Hæc periodus vocatur etiam *Metonica* ab auctore ſuo Metone Athenienſi, illiuſque commoditatem & excellentiam tanti faciebant veteres, ut annum cycli pro quolibet anno propoſito aureis litteris inſcribere conſueverint, illumque *numerum aureum* appellaverint. Sed cycli hujus utilitatem explicabimus in proximo articulo ubi de Kalendario. Primus annus æræ chriſtianæ numerum aureum habuit 2, ſeu cyclus initium habuit anno ante Chriſtum natum. Quare ſi anno Chriſti cuilibet propoſito addatur 1 & ſumma per 19 dividatur, numerus præter quotientem reſiduus, aureum propoſiti anni numerum exhibebit. Cyclus ſolaris eſt 28 annorum periodus quæ in 1 initium & in 28 finem habet. Ille autem cyclus non ita appellatur quaſi ex motu ſolari pendeat, ſed quod adhibeatur ad definiendam diem *Dominicam*

eam quæ olim *dies ſolis* vocabatur. Talis eſt nempe hujus cycli periodus ut annis 28 completis, anni dies in iiſdem hebdomadę diebus recurrant. Hujus quoque cycli conſtructionem & uſum in proximo articulo oſtendemus. Cycli ſolaris epocha novem annis ante Chriſtum natum incipit; quare ad inveniendum anni cujuslibet propoſiti cyclum ſolarem, numero dato addantur 9 ſummaque per 28 dividatur, reſiduum exprimet cyclum quæſitum; quotus autem cycli ſolaris periodos poſt Chriſtum natum indicabit. Si vero nullum ſit reſiduum, annus propoſitus erit ultimus cycli ſolaris annus; quod evidens eſt ex cycli ſolaris natura. Preter cyclos lunæ & ſolis eſt & alius cyclus qui *indictionum* dicitur, apud Romanos in diplomatibus cæſareis frequenter uſurpatus; nullam habet cum motibus cæleſtibus connexionem iſque nihil aliud eſt quam annorum 15 revolutio, quibus expletis, rurſus ejuſdem periodi recurrit initium. Anno ante Chriſtum natum, indictionis numerus fuit 3; ac proinde ſi anno Chriſti addantur 3 & ſumma dividatur per 15, reſiduum erit ipſe indictionis annus. His præmiſſis inveniendæ periodi Julianæ rationem exponamus.

Problema huc reducitur: datis annis cycli ſolaris, lunaris, & indictionis, invenire annum periodi Julianæ. Ex periodi Julianæ natura evidens eſt inveniendos eſſe tres numeros hujus conditionis ut primus ſit *multiplus* numerorum 19 & 15 ſeu eorum producti 285, at per 28 diviſus relinquat numerum cycli ſolaris; ſecundus ſit

multiplus numerorum 28 & 15 ſeu eorum producti 420, at diviſus per 28 relinquat numerum cycli lunaris; tertius denique ſit multiplus numerorum 28 & 19, at per 15 diviſus relinquat numerum cycli indictionis. Horum numerorum ſumma, ſi minor ſit 7980, erit annus periodi Julianæ quæſitus; ſi autem major fuerit, dividatur per 7980 & reſiduus numerus erit annus periodi Julianæ. His conditionibus ſatisfieri facile poteſt ope algebræ, primus numerus eſt 4845, ſecundus 4200, tertius 6980, ut patet; illi enim numeri habent conditiones requiſitas. E. G. Sit cyclus ſolaris 3, lunaris 4, indictionis 5, ducatur 4845 in 3, productum erit 14535; item multiplicetur 420 per 4, habebitur productum 16800, tandem fiat multiplicatio numeri 6916 per 5, productum fiet 34580, habebiturque 69515 productorum ſumma, qua diviſa per 7980, quotus erit 8, reſiduum autem 2075 exhibebit annum periodi Julianæ quæſitum. Porro ex datis conditionibus problematis patet in tota periodo unicum eſſe annum qui datis cyclis reſpondeat, ac proinde ſi cujuſque anni cyclos in ſuis annalibus notaſſent Hiſtorici, omnis tolleretur temporum ambiguitas.

Præter periodum Julianam eſt & alia periodus quæ *Victoriana* a ſuo auctore Victorio, aut *Dionyſiana* a reformatore Dionyſio dicitur. Periodus illa ex cyclis ſolis & lunæ in ſe invicem multiplicatis conflatur ac proinde annis 532 abſolvitur. Manifeſtum eſt præcedenti methodo inveniri poſſe annum periodi Dionyſianæ, datis cyclorum

ſolis

ſolis & lunæ annis. Problema huc revocatur, ut nempe inveniantur duo numeri tales, quorum unus dividi poſſit per 28 ſine reſiduo, at ſi per 19 dividatur reſiduum ſit 1, alter autem ſine reſiduo dividatur per numerum 19; at ſi per numerum 28 dividatur, reſiduum ſit 1; ut patet ex natura periodi Dionyſianæ. Numeri autem illi per algebram quæſiti prodeunt 476 & 57; manifeſtum enim eſt numeros illos conditionibus propoſitis ſatisfacere. Itaque numerus cycli ſolaris datus pro quolibet anno propoſito multiplicetur per 57, itemque numerus cycli lunaris ducatur in 476. Productorum ſumma dividatur per 532, numerus reſiduus, nulla habita ratione quoti, erit annus periodi Dionyſianæ quæſitus. At ſi dato anno æræ Chriſtianæ, inveniendus proponatur annus periodi Dionyſianæ, res eſt magis expedita. Anno dato addatur numerus 475, ſumma dividatur per 532, numerus reſiduus, præter quotientem, indicat annum periodi quæſitum. Cæterum totam hujus problematis rationem arithmeticam declarare longius foret, ſatis ſit obſervare inventos numeros propoſitæ quæſtioni ſatisfacere, quod evidens eſt.

ARTICULUS III.

De Kalendario.

I. K*Alendarium* eſt dierum in anno civili diſpoſitio ſecundum proprios menſes & eorumdem in hebdomadas diſtributio, feſtis etiam aſſignatis. Inter varias Kalenda-

dariorum formas, Kalendarium *Julianum* & *Gregorianum* conſiderabimus. Kalendarium Julianum illud eſt in quo cycli ſolaris ope diſtribuuntur hebdomadæ dies ſecundum ſeriem litterarum A, B, C, D, E, F, G; novilunia autem & plenilunia, præſertimque plenilunium Paſchale, numeri aurei ope diſponuntur. Totam Kalendarii hujus formam breviter explicabimus. Hebdomadarum diſtributio fit per litteras alphabeti ſeptem priores A, B, C, D, E, F, G, hoc ordine; prima ſcilicet Januarii dies notatur littera A, ſecunda B, tertia C, & ita deinceps uſque ad G quæ diei ſeptimæ affigitur; & rurſus eodem ſervato ordine, diei octavæ iterum apponitur littera A, nonæ diei B, decimæ C, atque ſic continua litterarum repetitione, ſingulæ anni dies aliquam obtinent litteram in Kalendario, & ultimo diei Decembris adſcribitur littera A. Nam ſi 365 dies dividantur per 7, proveniunt hebdomadæ 52 & unus præterea ſupereſt dies. Si nullus ſupereſſet dies, anni omnes ab eodem hebdomadæ die ſemper inciperent, & quilibet menſis dies in determinatum hebdomadis diem perpetuo incideret; quia vero in anno, præter hebdomadas completas remanet unus dies, factum eſt ut annus in eodem deſinat die a quo incepit, ac proinde proximus annus a proximo die incipit. Exempli gratia in anno communi 365 dierum, ſi annus incipit die dominica, ultimus anni dies erit etiam dies Dominica, & primus ſequentis anni dies eſt dies lunæ. Litteris hac ratione diſpoſitis in anno communi, littera

quæ

quæ primæ Januarii Dominicæ reſpondet per totum illum annum, Dominicas indicabit, ideoque littera illa iſtius anni, *Dominicalis* vocatur. Si prima Januarii dies ſit Dominica cui reſpondet littera A, ultima erit quoque Dominica, ut patet ex dictis, ac proinde annus ſequens die lunæ incipiet & Dominica cadet in diem ſeptimum cui reſpondet littera G, quæ ideo erit littera Dominicalis per totum illum annum. Si annus die lunæ incipiat, die quoque lunæ deſinet, & anno ſequente prima Januarii dies cadet in diem *Martis*, primaque dominica cadet in ſextam menſis diem cui in Kalendario reſpondet littera F, atque eodem modo anno ſequente littera Dominicalis foret E, & hac ratione litteræ dominicales ordine ſemper retrogrado feruntur per G, F, E, D, C, B, A. Evidens eſt, ut jam diximus, per totum annum *communem* ſeu non Biſſextilem eadem littera cujuslibet hebdomadæ diem ſemper indicari, cum Dominica ſeptem dierum ordine conſtanter redeat. Verum quoniam quartus quilibet annus eſt Biſſextilis dierum ſcilicet 366, ultra hebdomadas 52 ſuperſunt dies duo; quare ſi annus ille incipiat die Dominica, in die lunæ terminabitur & proximus poſt hunc biſſextilem annus a die martis incipiet, primaque ejuſdem anni Dominica in ſextam menſis diem cadet, cui reſpondet littera F, pro ſequentis anni Dominicali. Itaque cum annus biſſextilis poſt ſingulos quatuor annos recurrat, hinc manifeſtum eſt ſingulis ſeptem annis quater ſumptis, hoc eſt, 28 annorum intervallo recur-

recurrere eundem litterarum Dominicalium ordinem, qui quidem ordo, annorum biſſextilium recurſu non turbatus, ſingulis ſeptenniis rediret. Hinc oritur cyclus *ſolaris* annorum 28 de quo jam mentionem fecimus, quo nempe completo, eadem recurrit litterarum Dominicalium ſeries. Ex his autem patet qua ratione conſtrui poſſit, pro Kalendario Juliano, litterarum Dominicalium vulgaris tabula. Cycli ſolaris primus annus eſt biſſextilis cui reſpondent litteræ Dominicales G, F. Secundi anni littera Dominicalis eſt E, tertii D, quarti C; quintus cycli annus rurſus eſt biſſextilis cui congruunt litteræ Dominicales B, A & ita deinceps. Hinc facile comparatur tabula quæ litteras Dominicales cuilibet cycli ſolaris anno reſpondentes exhibet. Quare ſi inveniatur cycli ſolaris annus; ut antea docuimus, ſtatim patet littera Dominicalis e latere reſpondens. Si tabula duas demonſtret litteras Dominicales, quod in anno quolibet biſſextili contingit, litterarum prima valet uſque ad 24 diem februarii *incluſive*, altera autem reliqua anni parte uſurpatur.

II. Præter hanc quam explicavimus litterarum dominicalium diſtributionem quæ ſtabiles dies feſtos certis anni diebus alligatos determinat, in Kalendario conſignantur etiam dies feſti mutabiles qui in diverſis annis, diverſis diebus celebrantur, qui proinde non ex ſolis, ſed ex lunæ motu pendent. Tale eſt ſanctum Paſchatis feſtum quod die Dominica poſt plenilunium *vernale* celebrari præcipit eccleſia; plenilunium

au-

autem *vernale* illud appellatur quod in ipſam æquinoctii vernalis diem incidit vel eam proxime ſequitur. Primo itaque ad deſiniendum Paſchatis celebrandi tempus conſtituendum eſt æquinoctium quod diei Martii 21 affixum ſtatuitur in Kalendario Juliano. Novilunia autem & plenilunia cycli lunaris & numeri aurei ope in eodem Kalendario definiuntur. Hac autem ratione numeri aurei diebus Kalendarii adſcribuntur; adhibito quolibet anno, pro initio cycli, cui numerus aureus I, tribuitur, notentur in ſingulis menſibus noviluniorum dies, atque eo anno e regione horum dierum ſcribatur character I. Quoniam autem, exempli gratia, novilunia accidebant Januarii 23, Februarii 21, Martii 23 &c., e regione horum dierum in cycli lunaris columna ſcribitur unitas. Sequenti anno notatis noviluniis e regione dierum quibus acciderunt, inſcribitur in numerorum aureorum columna character 2; idem fit tertio anno & ita deinceps donec abſolutus fuerit cyclus annorum 19. Juliani Kalendarii conſtructionem explicavimus, nunc Kalendarium Gregorianum exponamus, & deinde Kalendarium utrumque diligentius expendemus.

III. Alia eſt Kalendarii Gregoriani forma tum quoad litteras dominicales, tum etiam quoad feſta *mobilia*. Kalendarii reformatio ſub Gregorio XIII litterarum Dominicalium ſedem mutavit; nam ineunte anno 1582, littera Dominicalis fuit G, ſed demptis diebus decem poſt quartam diem octobris, littera Dominicalis pro reliquo anno

anno fuit C. Etenim anno 1582 pro die 5 Octobris diem 15 numerari decrevit ſummus Pontifex, ut nempe æquinoctium ad eam rejiceretur diem in quam incidebat tempore Concilii Niceni. Jam vero ejuſdem anni cyclus ſolaris fuit 23, ac proinde G fuit littera Dominicalis (ex dem.). Quare ſeptima dies Octobris in qua occurrit littera G, debuit eſſe Dominica ideoque dies 4 octobris cui reſpondet littera D, fuit dies jovis, dies 15 cui reſpondet littera A, fuit dies veneris, ac proinde littera C, quæ diei 15 reſpondet Dominicam diem indicabat. Quare littera Dominicalis in Kalendario Juliano litteræ Dominicalis ſedem in Kalendario Gregoriano locorum quatuor intervallo præcedit; cum in primi Kalendarii forma, littera A, reſpondeat litteræ D in Kalendario Gregoriano. Præterea in eodem Kalendario perpetuus non eſt litterarum Dominicalium ordo; nam cum annus 1600 fuerit biſſextilis, communis autem fuerit annus 1700, litterarum Dominicalium ſeriem anno 1700 turbari oportuit; idem ordo mutabitur quoque annis 1800, 1900, 2100 &c., in omnium denique ſæculorum initio, ſi primus ſæculi annus non ſit biſſextilis.

Inde autem facile colligitur qua ratione in Kalendario Gregoriano cycli ſolaris tabula conſtrui poſſit. In cyclo ſolari, pro Kalendario Juliano, loco litteræ G, ſubſtituatur littera C, quæ nempe reſpondeat cyclo ſolari 23, atque ita facile comparabitur cycli ſolaris tabula in Kalendario Gregoriano. At manifeſtum eſt tabulam illam vale-

valere duntaxat ab anno 1682 uſque ad 1700. Etenim cum ſingulis quater centeſimis annis unicus duntaxat annus centeſimus ſit biſſextilis in Kalendario Gregoriano, biſſextiles autem ſint anni ſinguli centeſimi in anno Juliano, patet annos 1700, 1800, 1900, non eſſe biſſextiles, quales eſſe debent in Kalendario Juliano, ac proinde pervertitur litterarum Dominicalium ordo. Superfluum judicamus hic deſcribere cycli ſolaris tabulas quæ paſſim reperiuntur, ſatis fuit explicaſſe principia ex quibus intelligi & conſtrui poſſunt. Cæterum litteræ Dominicales ſine cyclorum ope facile inveniuntur hoc modo. Invenienda proponatur littera Dominicalis an. 1755, diſponantur litteræ Dominicales hoc ordine B, A, G, F, E, D, C, addantur 55 numero 13, ob 13 annos biſſextiles qui ab anno 1701 uſque ad 1755 interfluxere *excluſive*, hoc eſt, non numerato anno 1755, fiatque diviſio per 7, reſiduum 5 exhibet litteram Dominicalem E. Si autem annus ſit biſſextilis, jam litteræ per reſiduum numerum datæ jungenda eſt littera proxime ſequens. Hujus operationis ratio ſtatim patet. Etenim an. 1701 littera Dominicalis fuit B. Si anni ſinguli unicam haberent litteram, diviſo per 7 annorum numero qui ab anno 1700 elapſi ſunt, quotus hanc litteram indicaret; verum annus quilibet biſſextilis facit ut annus ſequens litteræ unius intervallo regrediatur. E. G. annus 1705 loco litteræ Dominicalis E habuit D. Igitur duo anni biſſextiles efficiunt ut annus duarum litterarum intervallo re-

tra-

trahatur, ideoque ſeptem anni biſſextiles efficiunt ut toto ſeptem litterarum intervallo regreſſus fiat; hoc eſt, litterarum ordo rurſus incipit. En totam hujus operationis rationem, ex qua etiam facile intelligitur ultimam litteram C fore Dominicalem, ſi, diviſione facta, nullum ſuperſit reſiduum.

IV. In Kalendario Gregoriano *Epactarum* ope definiuntur novilunia & plenilunia, Paſchatis feſtum & quæ ex eo pendent feſta *mobilia*. *Epactam* appellant Chronologi menſis ſolaris & menſis lunaris ſynodici differentiam, vel etiam differentiam anni ſolaris & anni lunaris Synodici, aut etiam plurium utcumque menſium aut annorum ſolarium itidemque lunarium numero æqualium differentiam. Igitur Epactæ vel ſunt *annuæ* vel *menſtruæ*, prout nempe ſunt annorum vel menſium ſolarium & lunarium differentiæ. Itaque cum annus Julianus ſit 365 dier. 6 hor., annus autem lunaris ſit 354 dier. 8 hor. 48′ 38″, epacta annua eſt 10 dier. 21 hor. 11′ 22″, hoc eſt, dierum circiter 11, ideoque duorum annorum epacta eſt dier. 22, annorum trium epacta eſt dier. 33 vel potius dierum 3, cum 30 dies conſtituant menſem *emboliſmicum* ſive *intercalarem*. Simili ratione epacta annorum 4 erit dierum 14 & ita deinceps, ac proinde epacta anno quolibet 19° erit 30 vel 0. Quare vigeſima epacta erit, ac proinde epactarum cyclus cum numero aureo, ſeu epactarum cyclo annorum 19 deſinit & cum eodem rurſus incipit.

Præterea cum menſes lunares poſt ſingulos 19 annos iidem redeant, hoc eſt, deſinen-

finente hac periodo iiſdem diebus recurrant, ita differentia inter annum ſolarem & lunarem poſt annos 19 eadem redit. Quia vero anno lunari hæc addenda eſt differentia ut cum anno ſolari concilietur, ſive ut anno ſolari æqualis fiat, differentiæ illæ quæ ad ſingulos cycli lunaris annos reſpective pertinent *Epacta annua* vel ſimpliciter *Epacta* appellantur. Quare Epactæ nomen in uſu vulgari ſignificat numerum anno lunari addendum ut cum ſolari congruat. Ex hac mutua cycli lunaris & cycli epactarum connexione pendet regula quę ad inveniendam epactam dato cuilibet cycli lunaris anno convenientem adhiberi ſolet; multiplicetur nempe datus cycli lunaris annus per numerum 11; ſi productum ſit minus quam 30; pro epacta quæſita haberi debet; ſi autem majus ſit hoc dividatur per 30; facta diviſione, quod reſiduum eſt erit epacta quæſita. Porro ex his præceptis evidens eſt epactam inventam eſſe *Julianam*; qua ratione inveniri poſſit epacta *Gregoriana* mox præſcribemus. Interim patet epactæ ope pro quolibet anno dato inveniri poſſe novilunii dies. Anni dati epacta menſis numero addatur, ſumpto initio a menſe martio *incluſive*; ſi ſumma minor fuerit quam 30, hæc ex 30 ſubtrahatur; ſi major, hæc auferatur ex 60, quod remanet novilunii diem indicabit. Si pro menſibus Januario & Martio quæratur novilunium, tunc epactæ nihil addi debet in utroque caſu; at ſi pro menſibus Februario & Aprili inveniendum ſit novilunium, unitas addenda eſt. E. G. Si invenienda pro-

po-

ponatur menſis Decembris dies in quam incidit novilunium an. 1711, cujus epacta erat 22; dies quæſita erit 28 Decembris, nam $22 + 10 = 32$ & $60 - 32 = 28$. Tota operationis ratio manifeſta eſt; nam cum epacta ſit 22, ætas lunæ prima die Martii erit dierum 22, prima autem die Aprilis erit dierum circiter 23, prima die Maji dierum 24 &c. cum enim Epacta dierum 11 intervallo annuatim creſcat, fingi poteſt eam unius diei intervallo circiter per menſes creſcere a menſe Martio uſque ad Decembrem. Itaque prima die Decembris lunæ ætas erit dierum 32, hoc eſt, novilunium jam duobus ante diebus contingit. Quare ut pro menſe Decembri habeatur novilunii dies, ex numero 30 auferatur 2, vel ex 60 ſubtrahatur 32. Inventa autem novilunii die, ætas lunæ pro quolibet die dato ſtatim colligitur.

V. Epacta Juliana a Gregoriana diſtingui debet; in eo nempe ſita eſt Epactæ utriuſque differentia. quod annus Julianus dierum undecim intervallo tardius incipiat quam Gregorianus. Quare inventa epacta Juliana, ab ea, ſi neceſſe ſit, 30 diebus aucta, ſubtrahatur numerus 11, habebitur epacta Gregoriana. Ita anno 1712 epacta Gregoriana eſt 22, & novilunia hujus anni menſe quolibet undecim diebus tardius quam in anno Juliano contingent, ut oportet. Felici autem caſu accidit ut numerus dierum in anno Gregoriano differat ab anno Juliano eadem ipſa differentia qua annus ſolaris ſuperat annum lunarem; ita autem fit ut epacta Gregoriana pro dato quolibet

non

non conveniat cum epacta Juliana anni precedentis. Porro quia cyclus 19 annorum die una integra, ſpatio annorum 312, novilunia antevertit, ita etiam epactarum cyclus idem non ſemper obtinet; nempe in hoc caſu unitate mulctari debent epactæ methodo præcedenti inventæ. Igitur accurata non eſt epacta quam Kalendarium exhibet; nempe ſi epacta Kalendarii fuerit 22, adhiberi debet epacta 21, cum novilunium non in diem 22, ſed 21 incidat. Quare elapſo hoc temporis intervallo mutantur epactæ, atque ita deinceps poſt ſingulos 312 annos. Præter hanc variationis cauſam, aliam quoque ob rationem in Kalendario Gregoriano epactarum cyclum mutari neceſſum eſt. Nam ex quatuor annis *ſæcularibus*, tres non ſunt biſſextiles, ita ut his annis novilunia non incidant in diem quam Kalendarium indicat, ſed in diem ſequentem. Ita ſi 10 die Martii E. G. contingere debeat novilunium, ponendo annum una die auctum, novilunium illud incidet duntaxat in diem 11, ſi annus non augeatur. Hinc pro his caſibus aliæ duæ fuerunt compoſitæ epactarum tabulæ quæ apud omnes Kalendarii Scriptores reperiuntur; tabularum rationem atque artificium expoſuiſſe ſatis ſit.

VI. Ex iis quæ hactenus de Kalendario Juliano & Gregoriano explicavimus, intelligitur Kalendarii utriuſque differentia. Kalendarium Gregorianum differt a Juliano tum quoad ipſam anni formam, tum quoad epactas numero aureo ſubſtitutas quarum uſus & diſpoſitio in Kalendario Gregoria-

no

no longe aliter ſe habent. Kalendarium Julianum erroribus plurimis obnoxium eſſe patet; etenim in hoc Kalendario æquinoctium vernale fixum ponitur diei 21 Martii, atque cyclo 19 annorum vel numeris aureis novilunia & plenilunia conſtanter indicari fingitur; utrumque autem a vero longe aberrat, & in paſchatis celebratione craſſiores errores inducit; quod ut demonſtremus, hanc Kalendarii formam ad annum 1715 transferamus; æquinoctium vernale in Kalendario Juliano, hoc eſt, *ſtilo veteri*, ut dicunt, in diem 10 Martii incidebat, *ſtilo* autem *novo*, nempe, in Kalendario Gregoriano, in diem 21 ejuſdem menſis cadebat. Plenilunium verum poſt æquinoctium cadebat in diem 7 Aprilis ac proinde trium dierum differentia tardius, pro ratione cycli lunaris vel numeri aurei qui plenilunium Paſchale diei 10 Aprilis conſignabat. At cum dies 10 Aprilis in diem Dominicam incidat, paſchatis feſtum ſecundum Kalendarii eccleſiaſtici leges, ad diem 17 transferri debet; quare Paſcha die 10 Aprilis celebrandum, in diem 17 caderet; hic error qui in *poſtpoſitione* plenilunii poſitus eſt ex cycli lunaris vitio originem habet. Succeſſu temporis ita creverant Kalendarii errores ut Paſchatis celebratio nullis jam certis legibus ſubjici poſſet; qua de cauſa factum eſt ut anno 1582, quod antea dictum eſt, Gregorius XIII ex menſe Octobri decem dies expunxerit, & æquinoctium proprio loco, diei ſcilicet 21 Martii reſtituerit. Juſſit ſummus Pontifex novilunia & plenilu-

lunia, non aureis numeris, ſed epactarum ope definienda eſſe; totam hujus reformationis artem explicavimus. Verum quamvis Kalendarium Gregorianum Juliano longe ſit anteponendum, non tamen ab omne errore immune eſt. Etenim non obſtanti Gregoriana *intercalatione*, æquinoctium poſt vel ante 21 Martii contingere poteſt; die 23 Martii aliquando contingit; cadit aliquando in 19, atque in hoc caſu plenilunium quod die 20 Martii accideret eſt verum plenilunium Paſchale, nec tamen ut tale habetur in Kalendario Gregoriano. Præterea in eodem Kalendario tanquam luna *paſchalis* habetur plenilunium quod die 22 Martii contingit; illud tamen Paſchale non eſt, ſi ante æquinoctium contingat, ac proinde in utroque caſu error committitur. Tandem ex epactarum conſtructione patet fieri poſſe ut novilunia quæ epactarum ope inveniuntur, novilunia vera horis quibuſdam præcedant vel ſubſequantur, ac proinde in hoc caſu plenilunium paſchale in diem ſabbati poteſt incidere, quamvis diei dominicæ in epactarum tabulis conſignetur, & viceverſa plenilunium quod in diem dominicam cadit, diei ſabbati epacta conſignaret. Quare in primo caſu octo dierum intervallo tardius paſcha celebratur, in caſu autem altero celebratur in ipſo plenilunii die cum ipſis Judæis. Erroris exempla afferre non abs re erit: anno 1724 plenilunium verum paſchale contigit die ſabbati 8 die Aprilis, horis 4, minutis primis 21 poſt meridiem, atque æquinoctium die 20 Martii conti-

gerat. At inito per epactas calculo, plenilunium Paſchale invenitur die 9 Aprilis quæ erat dies Dominica; quare, ex Kalendarii lege, feſtum Paſchatis in diem 16 Aprilis incidit, die tamen 9 revera celebrandum. Idem contigit anno 1744, quo paſchatis feſtum octo diebus, quam pro veritate aſtronomica, tardius celebratum eſt; nam plenilunium Paſchale contigit die ſabbati 28 Martii, ac proinde die dominica ſequenti celebrandum erat Paſchatis feſtum; cum tamen, ex calculo epactarum, die 29 quæ erat Dominica, plenilunium contigerit, ideoque Paſchatis celebratio ad diem 5 Aprilis erat removenda. Idem continget annis 1778, 1798, aliiſque deinde annis plurimis. Itaque licet novilunia & plenilunia epactarum ope in Kalendario Gregoriano multo accuratius quam in Juliano definiantur, fieri tamen nequaquam poteſt ut in eundem diem cum Aſtronomicis pleniluniis & noviluniis accurate ſemper coincidant.

VII. Hic data occaſione paucis verbis obſervare non abs re erit quid conjunctionis habeat legitima Paſchatis celebratio cum ſacra Theologia. In Paſchatis celebratione primis duobus Eccleſiæ ſæculis diverſa fuit diſciplina. Aſianæ Eccleſiæ ſervantes traditionem quam a S. Joanne Evangeliſta ſe hauſiſſe prædicabant, Paſcha cum Judæis celebrarunt luna 14; aliæ autem eccleſiæ traditioni a S. Marco acceptæ inhærentes Paſchatis celebrationem protraxerunt uſque ad Dominicam poſt lunam 14. Hæc diſciplinæ varietas perduravit ad medium

dium uſque ſecundum ſæculum quo S. Pii Papæ auctoritate in eandem cum latinis diſciplinam convenerunt Aſiani. Hæc celebrandi Paſchatis conſuetudo a ſummo Pontifice præſcripta conciliorum decretis & præſertim Concilii Nicæni definitione ſunt confirmata, ſtatutumque eſt: *Paſcha celebrandum eſſe prima Dominica poſt lunam 14 primi menſis, ita ut tamen, luna 14 in diem Dominicam incidente, paſchatis celebratio ad Dominicam proxime ſequentem transferri debeat.* Ex concilii Nicęni decreto intelligitur ad legitimam Paſchatis diem definiendam quatuor eſſe neceſſaria. 1. Nota ſit oportet anni ſolaris dies quo ſol primum Arietis gradum ingreditur. 2. Nota quoque eſſe debet dies novilunii cujus luna 14 vel in diem æquinoctii vernalis incidat, vel proxime poſt ipſum æquinoctium vernum. 3. Cognita ſit oportet luna illa 14. 4. Tandem notum eſſe debet in quam menſis diem incidat Dominica quæ lunam 14 primi menſis proxime ſequitur. Hæc quidem omnia, quoad uſum eccleſiaſticum, ſatis accurate præſtat explicata Kalendarii doctrina, non tamen ea diligentia quę Concilii Nicęni decretis ad amuſſim reſpondere poſſit ita ut noſtri Paſchatis dies cum Judæorum Paſchate nunquam concurrat.

Immerito tamen Eccleſiam quis reprehenderet quaſi in Paſchatis celebratione cum *Quartodecimanis* errare poſſit; quod quidem objiciunt aliqui nec quæſtionis theologicæ nec Kalendarii doctrinæ ſatis periti. Qui ſummorum Pontificum & Concilii Nicæni decretis pertinaciter obſtiterunt, tanquam

hæretici damnati fuere, quibus, ab hæreſi ſua, hæſit *Quartodecimanorum* nomen. In hac celeberrima de Paſchatis celebratione controverſia diſtingui debent partes duæ, quarum una ſpectat diſciplinam, altera vero ad dogma pertinet. Diſciplina poſita eſt in mero Paſchatis celebrandi ritu, qui quidem ritus libere uſurpari potuit, antequam Eccleſiæ præceptum accederet. Theologis notiſſimæ ſunt litteræ quibus S. Irenæus Victorem Summum Pontificem hortatur ut Majorum ſuorum exemplo Aſianorum conſuetudini ac diſciplinæ indulgeat. Quæſtionis pars alia cum dogmate conjuncta in eo conſiſtit quod *Quartodecimani* non ſolum Paſcha celebraverint luna 14, ſed etiam Paſchatis tali die celebrandi præceptum atque neceſſitatem impoſuerint, & ita ritus moſaicos revocare tentaverint; quod *hæreticum* omnino eſt. Ex his autem manifeſtum eſt primam quæſtionis partem quæ mera eſt conſuetudo atque diſciplina ex Eccleſiæ inſtitutione pendere, ideoque nullius erroris reprehendi poſſe eccleſiam, etiamſi Paſcha cum Judæis celebrari aliquando contigerit. Et requidem ipſa, talis *aſtronomicus* error nullo declinari poteſt Kalendario perpetuo, niſi ad aſtronomiæ ſeveritatem ſit compoſitum, quod in uſu vulgari non ſatis commodum foret atque expeditum. Quæ cum ita ſint, in Paſchatis feſtorumque omnium celebratione Eccleſiæ diſciplina religioſe tenenda eſt; *Reſurrectionis* Chriſti Domini memoria ſancte recolenda, atque ita vivendum nobis eſt & moriendum ut tandem in vitam æternam reſurgamus.

A P-

APPENDIX

De quibuſdam capitis præcedentis utilitatibus.

PRæcedentis doctrinæ utilitatem in definienda æra chriſtiana epocharum omnium longe nobiliſſima, primum demonſtrabimus. Quamvis æræ chriſtianæ initium certo figere non audeant accurationes Chronologi, æræ tamen dionyſianæ, ſeu vulgaris errorem facile oſtendunt. Tota quæſtionis hujus difficultas ex triplici capite oritur. 1. Ex morte Herodis, quo adhuc vivente Chriſtus Dominus natus eſt. *In diebus Herodis Regis*: Matth. xi. 2. Ex imperii Auguſti initio, cujus imperii anno 42 Chriſtus natus creditur, *anno* autem 15 *Imperii Tiberii Cæſaris* Luc. 3. Tandem ex cenſu Populi Romani facto ſub Cyrino Præſide Syriæ. Cap. 11. Lucæ. De his tribus varia eſt Chronologorum opinio. Nonnulli mortem Herodis conſignant anno ab Urbe condita 754, alii autem nonnullis ante annis. Aliqui regnum Auguſti auſpicantur a morte Cæſaris, alii a primo illius conſulatu. Aliqui initium imperii Tiberii ſumunt a morte Auguſti, alii biennio ante; cum tunc temporis collega Auguſti jam fuerit. Deinde cum plures ſub hoc principe facti fuerint Populi Romani cenſus, annum quo contigit deſcriptio memorata a S. Luca, haud facile eſt definire. Quæſtionis difficultatem augent adhibitæ a SS. Patribus epochæ; ii enim a Salvatoris noſtri natali annos nu-

merare non conſueverant, ſed primis Eccleſiæ temporibus aliæ uſurpabantur epochæ, vel *Æra Actiaca*, *Diocletiana*, *ab Urbe condita*; *faſtorum conſularium*, ut aliæ etiam pro varia populorum, apud quos SS. PP. degebant, conſuetudine. Sed quidquid ſit de illa quæſtione cujus tractatio ad Chronologos proprio jure pertinet; certum eſt, eam magna periodorum & cyclorum varietate eſſe implicatam, & ab iis tantum intelligi poſſe, qui harum rerum doctrina probe ſunt imbuti. Diligenter autem obſervandum eſt, in Chronologicis controverſiis obſcuritatem maximam perſæpe oriri ex ipſa periodorum hypotheſi non ſatis accurate definita; ita ſi Scriptor aliquis coætaneus certo periodi Julianæ vel alterius periodi anno factum aliquod conſignaverit, ejuſdem facti ætas definita habebitur; dummodo tamen probe cognita ſit Scriptoris hujus de uſurpata periodo hypotheſis. Cum enim periodi ad alias epochas referantur, certo conſtare debet epocharum illarum initium; quale ſcilicet adhibetur a Scriptoribus, quorum auctoritate utimur. Quamvis ergo utiliſſimus ſit periodi julianæ uſus, quia tamen periodus illa fixum non habet initium ſi ad epocham orbis conditi vel æram chriſtianam referatur; hinc patet periodi hujus ope, non ſatis certo alicujus facti tempus indicari, niſi auctor ſuam de periodi initio ſententiam declaraverit, aut facto aliquo indubitato illuſtraverit. Rem præſentis quæſtionis exemplo explicabimus. Refert Joſephus *in antiquitatibus Judaicis*, *vita defunctum eſſe Herodem poſt detruſum regno Antigonum.*

num anno 34, *ex quo a Romanis Rex declaratus eſt* 57, *regium autem faſtigium adeptus eſt Olympiade* 184. Porro cum ad Herodis mortem circiter referri poſſit chriſtianæ æræ initium, Joſephi auctoritate merito utuntur Chronologi, dummodo tamen Olympiadis annum certo definiant. Etenim anni Olympiadum ex orbis conditi epocha, atque ex æra Chriſtiana pendent, ac proinde Chronologi ponunt quod eſt in quæſtione. Quærendum igitur eſt factum aliud, quo olympiadum annus certius determinetur; quo definito jam olympiadum epocha uti licebit tanquam puncto fixo, ad quod revocari poterunt facta alia a Joſepho narrata. In hunc uſum adhiberi poterit eclipſis lunæ, quam contigiſſe refert Joſephus eadem nocte, qua Herodis ægrotantis juſſu Matthias populi ſeductor occiſus eſt, & poſt quam Herodes brevem ægramque vitam traxiſſe legitur. Contigit autem eclipſis illa ex tabulis aſtronomicis anno Juliano 42, die 13 Martii; tribus horis ante ortum Solis. Si eclipſim hanc aliquo Olympiadum anno notaſſet Joſephus, de anno quo mortuus eſt Herodes, nullum jam foret dubium, ac proinde & certo figi poſſet æra chriſtiana; cum ex Chronologorum omnium conſenſu certiſſimum ſit Herodem paulo poſt Chriſtum natum obiiſſe. Cæterum ex dictis probabiliſſimum & hiſtorica demonſtratione fere indubitatum eſt, æram chriſtianam in anno Juliano 41 vel 42 collocandam eſſe; quare æra vulgaris quæ nativitatem Chriſti conſignat anno Juliano 45, tardior eſt annorum 3 vel 4 intervallo.

Alia eſt in rebus Chronologicis frequentiſſima ambiguitatis cauſa ex diverſo apud veteres Scriptores anni initio repetenda. Anni initium ſumebant aliqui a menſe Martio, alii a menſe Januario, nonnulli a menſe Decembri, & quidem etiam a variis eorumdem menſium diebus, a Paſchatis feſto annum auſpicabantur plurimi. Ex hac varietate chronologicas lites plurimas oriri neceſſum eſt, niſi probe cognita fuerit anni forma. Sed aliæ ſunt multo graviores in annorum forma difficultates; anni nomine deſignari aliquando conſuevit apud veteres, planetæ cujuſcumque in cœlo revolutio, ut teſtantur Diodorus Siculus, Plinius, Plutarchus aliique non pauci remotiſſimę antiquitatis Scriptores. Teſte Suida annus ex duobus, tribus, quatuor, ſex, duodecim menſibus conſtabat, aliquando autem una die. Ex hac annorum varietate patet, contrahendam eſſe remotiſſimam, quam nonnulli populi jactant antiquitatem. Et quidem Scripturæ ſacræ repugnat omnino, quod de ſua antiquitate fabulantur Babyloniorum, Ægyptiorum & Sinenſium Annales; ac proinde tanquam fabuloſa haberi debent tempora illa, vel annorum contractione ad ſacram Chronologiam reducenda. Re quidem vera, in ipſa etiam Sacræ Scripturæ Chronologia non deſunt varietates aliquæ; ſed præterquam quod demonſtrari non poteſt hanc, quoad Chronologiam, ſacrorum Textuum diverſitatem nulla ratione conciliari poſſe, jactata quorumdam populorum antiquitas a ſacra Chronologia longiſſime differt. Textus hebræus quater mille annos circiter a

crea-

creatione mundi uſque ad Chriſtum numerat, textus Samaritanus paulo majus temporis intervallum tribuit; ſed verſio 70 Interpretum ad ſex mille annos circiter idem intervallum protrahit: en totam textuum differentiam. At referunt Chaldæorum annales jam a quadringentis mille & amplius annis, Chaldæos Aſtronomiæ operam dediſſe, dum Alexander in Aſiam tranſiit*. Eadem antiquitate gloriantur Babyloniorum, & Sinenſium faſti; quæ quidem enormis temporum varietas a Scriptura Sacra, ideoque a veritate immenſum aberrat, niſi contracta annorum forma utamur. Hanc annorum reductionem exemplo aliquo tentabimus. Narrat Alexander Polyhiſtor, ex fide Beroſi, ſervata fuiſſe Babylone jam ab annis 150000 antiquiſſimorum temporum documenta. Craſſioris anachroniſmi reus facile convincitur Beroſus; ſi animadvertamus a Nabonaſſaro qui 410 vel 411 annis ante Alexandrum vixit, deſtructa fuiſſe hiſtorica omnia monumenta. At ſi annos illos 150000 in dies contrahamus, invenientur anni 410, menſes 8, dies 3, quod quidem cum Nabonaſſari temporibus apprime convenit. Sed de his intricatiſſimis rebus diſputare noſtrum non eſt; ſatis erit obſervare adverſus Scripturæ Sacræ auctoritatem a perverſiſſimis viris ſumma impietate objici Chronologiæ ſacræ varietatem; chronologicæ enim quæſtiones ad fidem & bonos mores non pertinent, atque in rebus levioris momenti Amanuenſium incuria errorem aliquem in Scripturam Sacram potuiſſe obrepere conſentiunt Theologi omnes. Tandem, ut jam

monuimus, demonſtratum non eſt, iniri non poſſe concordiam inter variorum textuum Chronologiam, licet haſtenus ignotam fateamur ineundæ hujus concordiæ rationem. Hic autem data occaſione ſilentio prætermittere non licet celebratiſſimum Newtoni ſyſtema Chronologicum. Quingentis circiter annis mundum recentiorem eſſe quam a Chronologis creditur, opinatus eſt Newtonus aſtronomica potiſſimum ratione innixus. Notum eſt, ex Aſtronomia puncta equinoctialia annorum 72 intervallo uniformi fere motu retrogrado incidere. Ex Sancto Clemente Alexandrino, Chiron qui unus fuit ex celebratiſſimis viatoribus *Argonautis*, æquinoctium vernum gradui 15 Arietis alligavit, ac proinde ſolſtitium æſtivum in gradu cancri 15 contigit. Anno ante bellum Peloponeſiacum ſolſtitium æſtivum fixit Meto in gradu 8 cancri. Quare cum gradus unus annis 72 reſpondeat, ſepties ſeptuaginta duo anni numerari debent ab Argonautarum expeditione uſque ad initium belli Peloponeſiaci, hoc eſt, interfluere anni 504 non autem 700, ut Græci Scriptores referunt. Hinc concludit Newtonus, Argonautarum expeditionem anno 909 ante Chriſtum eſſe affigendam, non autem anno 400, ut vulgo creditur, ac proinde annis circiter 500 mundus junior foret. Huic aſtronomicæ rationi aliam adjungit Newtonus ex generationum æſtimatione deductam. Ægyptii a *Menete* uſque ad *Sethonen* numerabant generationes 341, & tres generationes ſpatio annorum 100 æſtimabant; Græci autem generationes ſingulas ad

annos

annos 40 revocabant. Ægyptios Græcoſque erroris reprehendit Newtonus; verum quidem eſt tres generationes ad annos 120 vulgo reduci poſſe, ſed generationes ſunt Principum imperii diuturniores; evidens enim eſt, ſi rem generatim conſideremus, homines vivere diutius quam Reges regnare. Quæ cum ita ſint, Newtonus Regum imperia conſtituit annorum circiter 20, hancque juſtam æſtimationem comprobat deſcripta longa Regum ſerie. Hoc duplex eſt, quod adhibet Newtonus probationis genus. Chronologiam hanc, licet excellentis ingenii virum demonſtret, impugnarunt homines eruditiſſimi; de argumentorum vi & pondere noſtrum non eſt judicare, atque in obſcuriſſima factorum temporumque ſenectute, in tanta opinionum varietate, in denſiſſimis rerum antiquiſſimarum tenebris nullum inveniri poteſt chronologicum ſyſtema, quod non oppugnetur facilius, quam probetur.

SECTIO IV.

De Geographia.

GEographia nomine intelligitur *Telluris deſcriptio*, ex qua definitione ſtatim naſcuntur diverſæ Geographiæ partes. Primo enim conſiderandam ſeſe offert terreſtris globi ſuperficies; hanc autem contemplari poſſumus velut diviſam in varias regiones, quæ Regum imperia Principumque ditiones conſtituunt atque terminant. Hæc Geographiæ pars mere hiſtorica eſt, & ad Phyſicam

non pertinet; hanc tamen ignorare turpe eſt viro, cui vel mediocriter excultum eſt ingenium. Geographia Phyſica, quam ſolam hic tractamus, diverſo plane modo telluris ſuperficiem conſiderat; diverſas nempe inveſtigat terreſtris ſuperficiei affectiones quæ ex Solis poſitione pendent, & deinde præcipuas corporum ſpecies in ipſa telluris ſuperficie poſitas expendit; ad telluris viſcera deſcendens, inteſtinos rimatur variorum corpuſculorum motus; ex telluris gremio tandem ſupra ſuperficiem alte aſſurgens meteora obſervat illorumque cauſam explicat. Temporis brevitate ſollicitatus tantam rerum copiam duobus capitibus contraham; quod autem deerit, in aliis libris plurimis paſſim invenient, qui hanc faciliorem Phyſices partem majori ſtudio perſequi voluerint.

CAPUT I.

De ſuperficie terreſti præcipuiſque in ea conſiderandis corporum ſpeciebus.

ARTICULUS I.

De ſuperficiei terreſtris diviſione, illuſque variis reſpectu ſolis affectionibus.

I. UNiverſam telluris ſuperficiem per *climata* diſtinguunt Geographi. *Clima* appellant ſuperficiei terreſtris portionem, vel *zonam* duobus circulis æquatori parallelis comprehenſam, talis autem adhiberi ſolet hujus zonæ latitudo ut longior dies in paral-

parallelo qui polo proximior eſt, data quadam quantitate, E. G. ſemihora longiorem diem excedat in parallelo, qui proximior eſt æquatori. Itaque climata numerantur ab æquatore ad polos, & inter ſe non differunt, niſi quod in climate proximo dies æſtiva longior, ſemihoræ unius tempore longior ſit vel brevior quam in climate altero. Primi climatis intervallum ſtatuitur 8 grad. 30', ultimum autem 3' non excedit. Hujus autem inæqualitatis ratio facile intelligetur, ſi varias explicaverim ſphæræ terreſtris poſitiones.

Triplex eſt ſphæræ poſitio, *recta* ſcilicet, *obliqua* & *parallela*. Angulum quem æquator & horizon comprehendunt, metitur arcus, qui eſt complementum latitudinis ad quadrantem (ex dem cap. 1. Aſtron.). Quare ſi angulus ille rectus ſit, latitudo erit nulla, & æquator per verticem incedet, omneſque æquatoris paralleli erunt ad horizontem recti; ideoque hæc ſphæræ poſitio *recta* dicitur, in qua paralleli omnes ab horizonte in partes æquales ſecantur. Itaque mora cujuſvis ſideris ſupra horizontem æqualis eſt tempori, quo infra eumdem deprimitur, & dies noctibus perpetuo ſunt æquales. Si ab æquatore verſus alterutrum polum recedamus, æquator quoque recedet a vertice & ad horizontem accedet, cum illo faciens angulum obliquum; quare illa ſphæræ poſitio dicitur *obliqua*, poluſque ſuperior ſupra horizontem tantum attollitur, quanta eſt latitudo loci; alter autem polus tantumdem infra horizontem deprimitur. Hinc patet, æquatoris parallelos non ſecari

bi-

bit, exinde verſus polum ſuperiorem digrediens nuſquam occidit, ſed diem facit longiſſimum ſex menſium. At ubi ab æquatore receſſerit Sol verſus oppoſitum polum, e contrario nunquam oritur, noxque illis fit per alteros ſex menſes. Talem ſphæræ poſitionem obtinent, qui ſub polis degunt, ſi qui forte ſint, qui has incolant regiones. Sphæra recta fruuntur, qui ſunt ſub æquatore. Tandem, qui terras inter polum & æquatorem incolunt, hi habent ſphæram obliquam. Hæc omnia nihil continent difficultatis, & ex elementis Aſtronomiæ antea explicatis ſtatim intelliguntur; attamen diverſas ſphæræ poſitiones in vulgari globo terreſtri Tyronum oculis demonſtrare debet Phyſices Magiſter.

His de triplici ſphæræ poſitione præmiſſis, jam climatum inæqualitatem licet intelligere; hæc ſcilicet inæqualitas pendet ex natura ſphæræ. Concipiatur in ſphæra recta dimidium tropicum cancri, qui eſt ſupra horizontem, diviſum eſſe in 48 partes æquales, quæ ſingulæ æquales ſunt 3° 45'; hæ autem æquivalent horæ unius quadranti. Præterea conſideremus duas ex illis partibus horizonti proximiores quarum una ſit ad orientem poſita, ad occidentem altera; duo autem ſimul ſumptæ intervallum ſemihoræ efficiunt, & climatis unius intervallo reſpondent. His poſitis, evidens eſt climatum inæqualitatem pendere ex majori, vel minori ſectionis tropici, & horizontis obliquitate, pro diverſa ſcilicet poli altitudine; qua fit ut, horizonte minus oblique tropicum ſecante verſus partes æqua-

les,

les, 3° 45' ad orientem, & occidentem prope horizontem poſitas, major inde oriatur altitudinum poli differentia, quam ubi horizon magis oblique tropicum ſecat in iiſdem punctis, 3° 45'. Quare cum differentia illa altitudinis poli, quæ dimidiæ horæ in primis climatibus reſpondet, major ſit verſus æquatorem quam verſus circulos polares, ubi poſita ſunt ultima climata; hinc oritur intervallorum inæqualitas, quæ multo majora ſunt verſus æquatorem, quam verſus polos.

II. Quoniam climata ab æquatore initium ſumunt, primum clima ubi incipit, longiorem habet diem horarum 12; ubi autem deſinit longiorem habet diem hor. 12 cum dimidia; & ita deinceps per dimidias horas progrediuntur alia climata, uſque ad circulum polarem, in quo deſinunt *horarum climata*, incipiuntque *climata menſium*, ut vocant Geographi. Quemadmodum climata horarum ſunt ſpatia, duobus circulis æquatori parallelis comprehenſa, in quibus longiorum dierum differentia eſt dimidiæ horæ, ita etiam climata menſium dicuntur ſpatia duobus circulis polari circulo parallelis comprehenſa ultra hunc circulum poſita, & in quibus longior dies verſus initium integro menſe ſuperat diem longiorem verſus finem. Quamvis autem diverſa utcunque climata fingere liceat, univerſam tamen telluris ſuperficiem in quinque zonas diſtribuunt Geographi; nempe quatuor circuli minores in ſuperficie telluris, qui cæleſtibus ejuſdem nominis circulis reſpondent, duo ſcilicet tropici, & totidem polares

lares terram dividunt in quinque portiones ſeu zonas, quarum una utroque tropico comprehenſa vocatur *Torrida*, inhabitabilis a veteribus credita ob nimium caloris æſtum: regiones tamen quæ in hac zona continentur, nunc longe feraciſſimas eſſe, vitæ commodis incoliſque abundare compertum eſt. Duæ ſunt zonæ frigidæ ſub utroque mundi polo arctico, & antarctico circulis polaribus incluſæ, & ob gelu perpetuum vix habitabiles; totidem ſunt zonę temperatæ inter frigidas, & *Torridam* comprehenſæ. Zonarum illarum incolæ ratione meridianorum, & parallelorum comparati dicuntur *Periæci* qui ſub eodem parallelo, at oppoſitis ejuſdem meridiani ſemicirculis degunt; hi quidem tempeſtates anni eaſdem experiuntur, accedente Sole eodem tempore ad utriuſque loci verticem & exinde recedente; at meridiei, & mediæ noctis vices alternas ſubeunt. Alii incolæ dicuntur *Antæci* ſub eodem meridiani ſemicirculo, at oppoſitis parallelis habitantes; his meridies, & media nox ſimul contingunt, ſed tempeſtates anni permutantur. Alii denique dicuntur *Antipodes*, qui ſub oppoſitis meridianis æque ac parallelis verſantes adverſis e diametro pedibus incedunt, ideoque viciſſitudines æſtatis atque hyemis, nec non meridiei & mediæ noctis ortus & occaſus ſiderum omnino adverſos ſentiunt. Præter hæc nomina, qui in zona Torrida degunt, dicuntur *Amphiſcii*, eo quod eorum umbra meridiana verſus utrumque polum diverſis anni temporibus projiciatur. At dum Sol ipſorum verticibus incumbit, fiunt

fiunt *Aſcii*, quia nullam projiciunt umbram meridianam. Qui zonas temperatas incolunt, dicuntur *Hetroſcii*, quorum umbra meridiana verſus alterutrum dumtaxat mundi polum projicitur: qui in zonis frigidis ſunt incolæ, *Periſcii* vocantur, eo quod Sole non occidente, umbra illis in orbem circumagatur.

III. In unaquaque harum zonarum calor & frigus certas & conſtantes habet viciſſitudines, quæ a motu Solis in declinationem, aut quod eodem redit, ex diverſa Solis altitudine ſupra horizontem trahunt originem; nam frigus tunc miteſcit in zona aliqua, quando Sol ad zonam illam accedit; contra calor paulatim minuitur, prout Sol ab ea recedit verſus plagam oppoſitam. Inde fit, ut dum zona una calorem experitur, oppoſita frigus ſentiat; & viciſſim dum una frigore premitur, oppoſita calorem experiatur. Ad has viciſſitudines explicandas, tres potiſſimæ conſiderari debent cauſæ, nempe major, vel minor radiorum ſolarium obliquitas: major vel minor radiorum quantitas ab atmoſphæræ particulis intercepta: tandem major, vel minor dierum longitudo.

IV. Ut a prima cauſa ordiamur, in memoriam revocandum eſt, quod de fluidorum percuſſione jam antea demonſtravimus; idem enim valere poteſt ad æſtimandam radiorum ſolarium actionem in ſuperficiem telluris. Itaque cum fluidorum percuſſio creſcat vel decreſcat, ut creſcit vel decreſcit quadratum ſinus anguli incidentiæ; hinc colligitur, virtutem radiorum ſolarium cum quadam obliquitate in terram incidentium eſſe ad

vir-

virtutem radiorum incidentium cum alia obliquitate, ut quadratum ſinus prioris inclinationis ad quadratum ſinus inclinationis poſterioris. Jam vero cum altitudines Solis meridianæ in ſolſtitiis æſtivo & hyberno ſint ut 3 ad 1 proxime, erit calor hac cauſa productus in utroque caſu, cæteris paribus, ut 9 ad 1. Hinc etiam pro diverſa Solis altitudine ſupra horizontem, caloris gradum ex hac cauſa oriundum æſtimare licet; at Sole ſupra horizontem naſcente, calor vix ſentitur ob ſinum incidentiæ nullum. Inde tamen immerito tota caloris ſummam ad calculum revocare conati ſunt aliqui; totum ſcilicet tempus, quo Sol radiis ſuis Terram calefacit, adhibent tanquam baſim, ad quam perpendiculares fingunt ordinatas, quæ ſint ut quadrata ſinuum inclinationis; per aream curvæ ordinatis illis comprehenſæ caloris ſummam dato quolibet tempore exhiberi ajunt; at fictitia omnino eſt talis curva, etenim hujus calculi auctores fingunt, permanentes caloris gradus ſibi perpetuo addi & eoſdem conſervari; ac proinde die deſinente, vehementior ferveret calor, quod eſt contra experientiam. Et quidem notum eſt, calorem corpori alicui impreſſum per aliquod tempus tantum ſervari; ita fervente etiam æſtate, calor, labente Sole, langueſcit & ſub veſperam maxime debilitatur. At ignotum omnino eſt, a quibus legibus calor creſcat atque decreſcat, ac proinde talis curvæ natura nulla lege definiri poteſt. Alia eſt majoris vel minoris caloris cauſa, major nempe vel minor quantitas radiorum, quos Atmoſphæra in-

intercipit. Ille autem radiorum interceptorum numerus pendet maxime ex ipſa radiorum obliquitate. Ita radii Solis tempore hyberno atmoſphæram noſtram magis oblique trajiciunt, quam tempore æſtivo, ideoque in aere noſtro craſſiori majus occupant ſpatium. Hinc fit ut radiorum illorum pars major intercipiatur, in ſolidas atmoſphæræ particulas majori numero incurrens; pars alia diverſis refractionibus torqueatur ac debilitetur.

Tertia tandem ſupereſt cauſa, quæ eſt major vel minor dierum noctiumque longitudo; quo longior enim eſt dies & brevior nox, caloris actio major ſit oportet: viciſſim quo brevior eſt dies & nox longior, frigus erit majus, ut patet. Cum enim calor oriatur ex virtute radiorum ſolarium, qui agunt indeſinenter, atque ſingulis, ut ita dicam, temporis articulis aliquid caloris addunt, quo dies longior eſt & nox brevior, æſtus eo major erit & contra. Et certe corpus durum atque compactum eo majorem concipit caloris gradum, quo vehementiori atque diuturniori ignis actioni ſubjicitur. Quare cum tellus noſtra tempore æſtivo per 16 horas circiter radiis ſolaribus incaleſcat, tempore autem hyberno per octo horas dumtaxat Sol luceat; hinc patet potentiſſimam eſſe tertiam hanc caloris cauſam. Huic eidem cauſæ tribuendum eſt, quod elapſo poſt ſolſtitium æſtivum menſe uno circiter, major ſentiatur caloris vis, quam in ipſo ſolſtitio. Etenim quamvis in die ſolſtitii æſtivi, ubi longior eſt Solis mora ſupra horizontem, caloris gradus æ-

que

que intenſi non maneat, Terram tamen noſtram quaſi perpetuo calefaciunt; quamvis ergo pars aliqua caloris evaneſcat, ſi tamen decreſcat minus quam creſcat calor per vices additus, id tandem fieri debet, ut calor per gradus augeatur ſatis diu poſt ſolſtitium æſtivum.

V. Præter adductas caloris cauſas, tot ſunt aliæ variabiles cauſæ, ut caloris & frigoris temperies ullis legibus vix ſubjici poſſint. Pendet enim maxime caloris gradus ex ipſa locorum conditione, nempe ex montium proximitate, ex ſoli natura, ex ventorum qualitate. Montes ſuam concavitatem Soli obvertentes, ſpeculi cauſtici inſtar, radios ſolares excipiunt & vi maxima in planitiem reflectunt. Quod ſpectat ſoli naturam, ſi lapidibus, ſaxis, arena, creta abundaverit, radios magna copia in aerem reflectit. At ſi pingue fuerit ſolum & nigricans, magnam radiorum partem abſorbet, paucioreſque reflectit. Ea de cauſa fit, ut per ſola quædam ambulantes, calorem maximum, urentibus quaſi pedibus, ſentiamus, temperatum autem vultu calorem experiamur; contra autem in aliis arenoſis ſolis, vix calent pedes, dum vultum reflexorum radiorum vis vehementius incaleſcit. Tandem ad caloris frigoriſque temperiem maxime confert ventorum natura. In montium verticibus perpetuo fere ſpirant venti, qui in planities deinde reflectuntur, ita ut ex longiori montium ſerie in certis regionibus pendeat aliquando æſtatis hyemiſque ratio. Unum tandem ſupereſt obſervandum, quod maxime mirari ſolet imperitum vul-

vulgus, minorem eſſe Solis a terra diſtantiam tempore hyberno quam tempore æſtivo, ut conſtat ex ſyſtemate planetario; atque etiam compertum eſt ex diametro Solis apparenti, quæ major hyeme quam æſtate obſervatur. Itaque patet majorem caloris gradum non ex majori Terræ Soliſque proximitate repetendum eſſe, quod perſuaſum habent plerique rerum phyſicarum rudes. Attamen in caloris effectu æſtimando negligi omnino non debet Solis a Terra diſtantia, cum enim calor proficiſcatur a radiis ſolaribus, iique ita divergant ut in duplicata ratione diſtantiarum a Sole fiant rariores; (ex antea demonſtratis) evidens eſt caloris gradum, ceteris paribus, eſſe in ratione reciproca duplicata diſtantiarum a Sole. At caloris incrementum ex hac cauſa oriundum longe minus eſt, quam quod ex minori radiorum obliquitate oritur; has generales caloris æſtivi, hybernique frigoris cauſas attigiſſe ſatis ſit.

VI. Dierum inæqualitas, diverſaque Solis altitudo ſupra horizontem varias conſtituunt anni tempeſtates. Dum Sol verſatur in Tropico, qui polo opponitur, parum attollitur ſupra horizontem, & brevi tempore moratur. Quare ſolares radii ſub majori obliquitate tellurem feriunt & brevi temporis ſpatio, ideoque minorem afferunt caloris gradum; atque hinc *Hyems*. Contra autem ubi Sol verſatur in Tropico, qui ad poli partes poſitus eſt, Sol maximam habet altitudinem, radios ſuos fere perpendiculariter emittit, & diutius ſupra horizontem moratur; hinc potentior eſt, majoremque creat

creat calorem, atque hinc *Æſtas*. Tandem in punctis æquinoctialibus, medium veluti ſtatum Sol obtinet, ideoque mediocres ſunt actionis ſolaris effectus, atque hinc aliæ duæ tempeſtates, *Ver*, & *Autumnus*. Hæc omnia, & univerſa Geographia ex demonſtratis in Aſtronomia facile patent; quare nihil aliud ſupereſt, niſi ut de globo, illiuſque uſu pauca addamus.

Locorum poſitionem in globo terreſtri determinant Geographi hoc artificio. Æquatorem dividunt in 360, atque per ſingula diviſionum puncta, & per utrumque polum ducunt meridianos; unam vero ex illis diviſionibus præ ceteris adhibent, a qua diviſiones alias omnes numerare placet; meridianum autem, qui per hanc diviſionem traducitur, *primum meridianum* vocant; hujus autem meridiani honos ex Geographorum arbitrio pendet. Porro ſi meridianus aliquis verſus orientem gradu uno diſtat a primo meridiano, loca in hoc meridiano poſita dicuntur habere *gradum unum longitudinis*, & ita deinceps de aliis meridianis. Jam diviſo primo meridiano vel alio quolibet in 90 ab æquatore ad polos, per ſingula diviſionum puncta Geographi traducunt circulos æquatori parallelos; ſingula vero puncta in circulo, qui æquatori promixior eſt, *gradum unum latitudinis* habere dicuntur, quæ latitudo *borealis* eſt, vel *auſtralis*. Simili modo puncta in circulo proxime ſequenti poſita duos habent gradus latitudinis, & ita deinceps. Itaque *longitudo geographica* loci alicujus eſt arcus æquatoris ab occidente in orientem numeratus inter pri-

mum meridianum & meridianum loci dati; *latitudo* autem *geographica* ejuſdem loci eſt arcus circuli maximi inter æquatorem & parallelum loci dati comprehenſus. Data latitudine ſeu altitudine poli ad datum locum ita accommodari poteſt globus cœleſtis vel terreſtris, ut aſtronomica & geographica problemata reſpectu hujus loci facile demonſtret. Ad datam poli altitudinem attollatur globus cœleſtis, deinde lineæ meridianæ vel pixidis magneticæ ope ita diſponatur, ut ligneus vel metallicus circulus immobilis, qui meridianum in globo exhibet, cum meridiano loci congruat. Dato loco Solis in eclyptica, locus ille transferatur ſub meridianum, globus in hoc ſitu ſtatum cæli repræſentabit pro loco dato in ipſo meridiei puncto; vertatur globus atque pro ſingulis quatuor gradibus æquatori tranſeuntibus per meridianum, numerentur minuta quatuor, pro alia qualibet hora data repræſentabitur cœli ſtatus. Res commodius præſtari ſolet ope circuli polo annexi, & in horas 24 diviſi; index horarius ſimul cum globo revolvens æquatoris gradus præterlapſos, ac proinde & horas indicabit. Simili ratione patet innoteſcere longitudinem diei ac noctis, ſi loco Solis conſtituto ſub meridiano obſervetur index horarius, habebitur tempus quo Sol attingit horizontem, ac proinde & tempus a meridie ad ortum vel occaſum Solis, cujus temporis duplum erit longitudo diei, qua ſubtracta ab horis 24 habebitur longitudo noctis. Hinc etiam habebitur *amplitudo ortiva* vel *occidua* Solis, punctum ſcilicet horizontis in quo Sol oritur

tur vel occidit. Ex his patet facili manu ſolvi problemata omnia, quæ pendent ex motu Solis. Nec difficilius dignoſci notarique poterunt ſtellarum & planetarum loca. Diſponatur enim globus eo quem diximus modo, deinde obſervetur in cœlo ſtella aliqua probe cognita, E. G. Stella in media *cauda urſæ majoris*; cum hac ſtella comparentur ſtellæ aliæ in globo depictæ. Simili modo cum ſtellis proximis comparari poterunt planetæ. Quod ſpectat problemata geographica, datis longitudine & latitudine loci, facile in globo terreſtri notatur idem locus. Inveniatur in æquatore gradus longitudinis datus, qui transferatur ad meridianum; deinde in meridiano computentur gradus latitudinis vel borealis vel auſtralis; ubi numerandi finem facies, hic erit locus quæſitus; qua ratione inveniatur longitudinum differentia ex dictis patet. Statim vero innoteſcit locorum diſtantia, ſi circino capiatur locorum intervallum, & deinde in æquatorem transferatur gradus æquatori in milliaria, & gradus reducti ipſam locorum diſtantiam exhibebunt. Verum accurata graduum menſura pendet ex iis, quæ de figura telluris antea diſputavimus; nunc ſatis ſit juxta recentiores obſervationes gradum æquatoris conſtituere Hexapedarum 56751, atque hinc poſita telluris figura quam proxime ſphærica, facile invenietur telluris magnitudo.

ARTICULUS II.

De præcipuis corporum ſpecibus in telluris ſuperficie conſiderandis.

I. TElluris ſuperficiem admiranda varietate veſtiunt atque exornant innumera plantarum genera. Varias plantarum claſſes recenſere rectoque ordine diſtribuere ad plantarum ſcientiam *Botanicen*, præclariſſimam hiſtoriæ naturalis partem, pertinet; pauca generatim exponere ſatis erit. Et primo quidem prætermiſſis de *vegetativa* plantarum anima inaniſſimis quæſtionibus, *vegetationis* nomine nihil aliud intelligimus niſi perpetuum ſucci nutritii circuitum, quo fit ut plantæ naſcantur, adoleſcant, creſcant, nutriantur, vivant, quo deficiente nutritionem nullam accipiunt & *mori* dicuntur. Ut autem hæc omnia plantarum vitæ phænomena intelligantur, brevem plantarum ſtructuram ſive *anatomen* præmitti oportet.

Plantarum partes in *ſolidas* ac *fluidas* primum diſtinguuntur. Fluida plantarum pars eſt humor ille vel ſuccus qui in plantis ipſis præſertim contuſis vel reſectis conſpicitur. Sic Ex. G. ex inciſis papaverum capitibus *opium* colligitur, ex reſecta vite, lacrimarum inſtar, ſtillant *gemmæ*. Infinita propemodum eſt varietas, quæ in hoc humore vel ſucco obſervatur, ſive colorem, ſive ſaporem, ſive qualitates alias conſideres, atque hinc oritur diverſiſſima plantarum indoles. Solidæ partes, quæ plantarum ſubſtantiam componunt, plurimæ numerantur, præſer-

tim

tim *radix*, *truncus*, *cortex*, *rami*, *folia*, *flores*, *fructus*; has partes ſingulas ſuo ordine perſequemur. *Radix* eſt illa pars infima plantæ, quæ ſolo adhærens, atque per terræ poros veluti ſerpens, humorem, nutritiumque ſuccum depaſcitur. Hinc inumeris illa poris eſt pervia, per quos ingreſſę puriores ſubtilioreſque ſucci particulæ ſenſim aſcendunt; nutriendæque plantæ per ramos diſtribuuntur. Unde etiam ex varia figura, qua in variis plantarum generibus radicum poros præditos eſſe concipimus, ex varia quoque particularum vi attractiva, varium ſuccum variis plantis nutriendis ingredi oportet. Altera plantæ pars, quæ radicem telluri infixam proxime ſequitur, & ſupra tellurem aſſurgit, vulgo dicitur *truncus* in arboribus, *caudex* vel *ſtipes* in herbis, & leguminibus, *caulis*, vel *ſcapus*, *calamus* aut *culmus* in tritico vocatur. Porro truncus aut caudex veluti plantæ ſubſtantia cenſeri poteſt, ex qua rami, fructus & folia ſuſtinentur. Hinc in arboribus plerumque durior atque rigidior conſpicitur, & in fruticibus, qui vel altius aſſurgunt, vel graviores fructus emittunt, iiſdem ſuſtinendis impares forent, ut *hedera*, *vitis*, tenues radiculas truncus propagat, quibus alteri plantæ, muro, vel palo adhæreant arctiſſimeque devinciantur. Plantarum plurimæ in medio trunco veluti centro *medullam* habent, quæ ſive fungoſa eſt, ut in *ſambuco*, ſive carnoſa ut in *vite*, ſive durior ut in *pinu*, ſive nullo fere diſcrimine a reliqua trunci ſubſtantia diſtincta, ut in *Ebeno*, *quercu*, aliiſque pluribus. Reliqua demum plantæ ſubſtantia,

quæ corticem inter atque medullam reperitur, vulgo *lignum*, *corpus ligno ſum* vocatur, Plinio dicitur *caro*, quæ in arboribus quidem ſolida, in herbis vero ac fructibus flexibilis, ſed inſtar ligni in longum fiſſilis reperitur. Hæc plantæ caro plurimis ſubtiliſſimiſque fibris componitur; ejuſmodi vero fibrarum ordo vel ſeries duplex a Malpighio deſcribitur; plurimæ nimirum fibræ in varios faſciculos collectæ in longum extenduntur, unde ligni fiſſilitas oritur. Aliæ deinde fibræ horizontaliter, ſive tranſverſum ductæ priores interſecant, iiſque inſeruntur, unde *inſertiones* a Gravio, *utriculi* vero vel *bullæ* a Malpighio vocantur, quod tuborum inſtar inanes ſint. Præter hæc duo fibrarum genera *tracheas* inſuper, ſive *ſpiralia vaſa* deſcribit Malpighius, quæ laminulis in ſpiram contortis facillimeque flexibilibus compoſita ſunt, ac proinde & ipſa contrahi diducique poſſunt. Plantarum caro vel lignum *cortice* ambitur; eſt autem *cortex* veluti membrana quædam aut cutis, quæ rotundæ ligni ſubſtantiæ convolvitur. Tribus partibus illa componitur, exteriori nempe, quæ inſtar cuticulæ interiorem craſſioremque circumdat; craſſior deinde in qua fibræ, utriculi, nervique conſpiciuntur, illis propemodum ſimiles qui in ipſa trunci ſubſtantia reperiuntur; intima denique & ſubtilior quę ligno proxime adhæret. Ex ipſa trunci ſubſtantia rami erumpunt qui plerumque ramos alios frondeſque emittunt. Qui prope ramorum extremitatem exſectis præſertim illorum verticibus enaſcuntur, *gemmæ*, vel *oculi* plantæ vocantur. Ex ramis inſuper ſurcu-

culiſque *folia* oriuntur, quæ non modo plantis ornatum & pulchritudinem largiuntur, ſed tegendis etiam conſervandiſque fructibus conferunt, præſertim vero ſucco nutritio purius adhuc percolando perficiendoque; unde detractis foliis ſterileſcere ſolent plantæ, vel ſaltem quidpiam patiuntur. Denique folia ramis, e quibus erumpunt, plerumque pediculo conjunguntur; aliquando ex uno pediculo folium unicum pendet, aliquando plura, unde *triphylla*, *pentaphylla*, *eptaphylla*, nempe *trifolia*, *quinquefolia*, *ſeptifolia* nominantur. Cæteras plantarum partes admirabili varietate ſuperant flores. Quatuor in ipſis partes diſtingui ſolent, *calix* exterius ſcilicet floris involucrum, *foliola*, ſeu *petali* ut a plantæ foliis diſtinguantur; *filamenta* quæ e medio flore ut plurimum ſurgunt; hæc autem *ſtamina* appellantur, ſi capſulam pulviſculo turgidam in vertice deferant. Hæ ſingulæ partes in roſa vel lilio nitidius diſtinguuntur. Si florum texturam conſideres, ipſi quoque tenerioribus, mollioribuſque veluti fibris componuntur, in quibus aliæ duriuſculæ nervorum inſtar reperiuntur. Alii ſimiliter pediculum habent, alii ipſo carent, alii expanſa folia, alii recurva ſive contorta gerunt. Poſtremo denique loco ſupereſt fructus, cui producendo ab optimo ſapientiſſimoque rerum opifice deſtinata eſt admirabilis illa partium varietas fibrarumque textura, quam plantis ineſſe diximus.

II. Plantarum ſemen, quantum patuit plurium Anatome, earumdem plantarum rudimenta complectitur veluti conglomerata, quæ de-

deinde ſucco nutritio inflatæ paulatim explicantur, & in plantæ ſpeciem aſſurgunt. Ubi ſemen in terram injectum eſt, ſuccus terreſtris calore Solis agitatus ſenſim ſubit poros, quibus ſeminis involucra ſunt perfuſa, ibique cum ſeminali ſucco, qui in ipſo ſemine eſt, fermenteſcit; quod dum fit, primum radices erumpunt, tum duo foliola aperta cum annexo corpuſculo in acumen deſinente, in quo exiguam eſſe plantam trunco, radice & foliis duobus conſtantem, credibile eſt. Hujus autem ſeminalis plantę procreatio adhuc latet inter arcana naturę, quæ nulla arte cognoſci poſſunt; ſed probabiliſſimum eſt, in ſemine plantulam cum aliis ſeminibus contineri, quæ alias ſeminales plantulas cum omnibus ſuis partibus aliaque ſemina complectuntur; atque ſic deinceps in infinitum, ita ut in primis ſeminibus a Deo procreatis omnia plantarum ſeminumque rudimenta delituerint. Syſtema illud quod *involutionis* appellant, ſuis quidem non caret difficultatibus; illud tamen confirmare videntur obſervationes microſcopicæ, atque ejuſdem plantæ multiplicatio & fere in infinitum continuata propagatio.

Neque ad ſuperiores ſolum plantæ partes ſuccus nutritius aſcendit, ſinguloſque per ramos diffunditur, ſed a ſupremis etiam extremiſque partibus iterum ad radices deſcendit, perennique circuitu per plantæ *utriculos* veluti venas excurrit. Et certe niſi attractus humor ad inferiores partes deinde reflueret, inferioribus ipſis plantarum partibus nutriendis impar foret. Succus enim, qui

qui proxime a terra aſcendens per plantæ radices truncumque excurrit, craſſior minuſque tenuis atque digeſtus conſpicitur, ideoque vel ipſi trunco vel tenerioribus certe ramuſculis qui ex trunco erumpunt, nutriendis aptus eſſe non poſſet: at ſi humor ille aſſidue aſcendens atque deſcendens iterum percoletur, purior longeque ſubtilior ad inferiores plantæ partes perveniet. Et quidem perennis ille humoris circuitus in plantis quibuſdam manifeſte conſpicitur. Si enim arctiori vinculo, ut ferreo circulo, tranſverſe conſtringantur, illorum truncus ſupra vinculum turgere obſervatur, quod certe fieri non poteſt niſi collecto humore, qui a ſuperioribus ad inferiores partes deſcendit. Neque humor ille ſolum refluere, ſed inferiores etiam plantæ partes alere atque augere deprehenditur. Si enim plantæ cortex duobus circulis tranſverſe vel horizontaliter ductis ſecetur, corticiſque pars circulis intercepta avellatur ut ſuperior ab inferiore cortice disjungatur, inferior quidem cortex minime augetur aut verſus ſuperiorem aſſurgit, ſuperior vero ſenſim nutritur ac verſus inferiorem extenditur; ſucco nimirum per corticem refluente, novas partes acquirit, ut accuratiſſime obſervavit Malpighius.

Itaque cum hoc aſſiduo circuitu ſuccus nutritius rarior ſemper atque ſubtilior evadat, atque juxta varium fibrarum, quas penetrat, ordinem atque figuram, varia ratione percoletur, digeratur ac veluti concoquatur, tenues partes illas, quę ſubinde a planta avolaverint, reficere ac reſtaurare poterit, ut plan-

ta priſtinam molem vel etiam novam acquirat. Ejuſmodi vero circuitus nutritii ſucci, ideoque plantarum nutritio eo facilius peragitur quo plures fuerint *inſertiones*, quibus plantarum fibræ inter ſe communicant. Ita nimirum ſuccus ex una fibra in vicinas propagatur, & ſingulis plantarum fibris aliæ fibræ adjunguntur. Hinc ſi quædam corticis pars avulſa fuerit, laterales quæ ſuperſunt corticis partes ac veluti vulneris margines ſenſim dilatantur; ſibique mutuo proximiores fiunt, donec integrum vulnus obducant. Denique hoc perenni humoris circuitu, ex fibris in utriculos, ex utriculis in fibras alias propagatione fieri conſpicitur, ut interior corticis pars ligno adhærens in lignum convertatur, ita ut truncus ipſe ex variis veluti corticibus in lignum conſertis ſibique concentricis aliquando componatur; quod in quercu præſertim obſervatur. Hinc intelligitur generatim tota nutritionis ratio; qua vero ſerie, vel ductu perennis ille ſucci circuitus peragatur, definiri vix poteſt. Probabiliſſimum tamen eſt, maximam ſucci nutritii copiam aſcendere per ligneam arboris partem, non vero per corticem, aut partem illam quæ corticem inter & lignum ſita eſt. Etenim ut ſucci nutritii motus ſubtilius deprehendi poſſet, expertiſſimi quidam Phyſici menſibus Martio & Aprili ſecuerunt corticem arborum in trunco & ramis, ita ut cortex in arborem eſſet detractus; ſemperque obſervatum eſt, corticem ſuperiorem una cum ligno, quod tegebat, aliquandiu creſcere; dum interim inferiores partes nullum prorſus ca-

pe-

perent incrementum. Porro ſi per ligneam arboris partem non aſcenderet ſuccus nutritius, ſed per corticem aut partem illam corticem & inter & lignum poſitam, pars arboris quæ infra ſectionem eſt, maxime creſceret, ſuperior autem pars in eodem ſtatu maneret, aut prorſus interiret. Præter hæc, quæ enumeravimus vegetationis inſtrumenta, adjungi etiam maxime debet *tuborum capillarium* vis attractiva, qua fit, ut capillares plantarum tubuli non ſolum attrahant ſuccum nutritium, ſed eum qui ſibi magis convenit, uſurpent, alium vero nutritioni minus idoneum reſpuant. Hæc autem conferantur cum explicata tuborum capillarium doctrina.

III. Quamvis inter ignota plurima & fere omnia naturæ arcana numerari debeat admirandum vegetationis opus, ex dictis tamen patet, nullum plantæ genus ſine ſemine produci; quod autem plantæ plurimæ in iis locis oriri credantur ubi nulla ſunt ſemina, ut in tectis, ſaxis, dirutiſque ædificiorum parietibus, vulgi error eſt. Licet enim in iis locis nulla deprehendantur ſemina, ineſſe tamen certiſſima ratione oſtendi poteſt. Et certe plantas illas quæ ſine ſemine oriri putantur, ex ſemine per aerem plerumque translato naſci probat Malpighius hoc experimento. Si terra e profundiori telluris parte eruta in vaſe collocetur, idemque vas tenui velo obtegatur, atque ſupra velum ipſum deponantur ſubtiliſſima herbarum ſemina, nunquam terra vireſcere vel germinare videbitur, contra vero ſi aeri libero excipiendiſque ſemini-

bus idoneo terra exponatur, ſtatim vireſcere deprehendetur. Et requidem ipſa in plantis, plurimis, quæ ſemine carere credebantur, & vi, ut dicebant, terræ *plaſtica* produci, ſemen deinde obſervarunt diligentiores Phyſici. Quare ex toto vegetationis progreſſu atque ex analogia naturæ concludendum eſt, in iis etiam plantis, quæ nulla demonſtrant ſeminis indicia, ſemen latere ſubtilioribus obſervationibus fortaſſe aliquando detegendum.

In plantarum ſeminibus ope microſcopii hæ obſervantur partes præcipuæ, ſeu involucra quatuor, quorum primum dicitur *capſula*, cujus diverſa omnino eſt in diverſis ſeminibus figura, alia duo proximiora involucra vocantur ſeminis *cuticula*. Ultimum tandem involucrum dicitur *placentula*, atque in plantis idem fere eſt illius uſus, ad quem deſtinatæ ſunt in animalibus membranæ, quæ *fœtum* involvunt. Has autem partes ſingulas aliaſque plurimas obſervare potiſſimum licet in faba recens excluſa. Admiranda omnino eſt ſeminum varietas. Si plantæ certum quoddam propriumque ſolum poſtulent, illarum ſemina tali donantur pondere & ſubtilitate ut recta terram petant & ſine alio auxilio ſeſe ſolo inferant. Si autem plantarum ſemina tantam habeant levitatem, ut aeris flatu avehi facile poſſint, unico vel etiam pluribus quaſi uncinulis muniri ſolent, quibus retineantur. Contra autem alia ſemina plumulis & veluti alis ſuſtinentur, quibus ad magnam diſtantiam levi vento diſpergi & a ſe invicem removeri poſſint. Tandem ſemina alia longius

gius projiciuntur vi cuticulæ tendinoſæ & elaſticæ; hæc nempe cuticula exſiccata diſrumpitur, ſemenque, ut ita dicam, explodit. Ecquis autem non mirabitur omnipotentiſſimam creatoris manum, quæ ſemina quædam in capſulis elaſticis incluſit, quarum elaſticitate ad convenientem diſtantiam ſeminis particulæ projiciuntur? Aliis autem ſeminibus alas veluti indidit quibus ſublevantur & a vento diſſipantur! Tandem ſemina alia leviora hamulis, ut ita dicam, armavit, quibus ventorum vi reſiſtant.

Ex plantarum nutritione intelligitur quoque mortis ratio. Vivit planta, quandiu nutritur; nempe *vita* plantæ ille eſt ſtatus, in quo ſuccus nutritius concoquitur, & ad ſingulas partes libere defertur: ſi ergo ceſſet nutritio, plantæ ſubſtantia areſcit & *mortua* dicitur. Quæ igitur motum ſucci nutritii deſtruunt, plantam enecant; quare moriuntur plantæ, ſtructura organica caſu quodam vitiata, vel ſucci nutritii penuria. Itaque ad perficiendam nutritionis rationem, ſoli natura variis experimentis tentari debet, neque enim *omnis fert omnia tellus*. Præterea cum talis ſit plantarum ſtructura, ut convenientem ſibi ſuccum nutritium admittant, inutilem vero rejiciant; agris ubertas conciliabitur, ſi eidem ſolo nova per vices committantur plantarum ſemina; etiamſi enim per longum tempus abſumpta fuerit ſucci nutritii copia, idem tamen ſolum altero abundare poterit ſucco alteri plantarum ſpeciei idoneo. Tandem felici ſucceſſu promovetur aliquando *vege-*

tatio, adhibita vulgatiſſima operatione quam *inſitionem* appellant. Et quidem *inſitionis* ope fit, ut ſuccus nutritius per diverſos & multiplices tubulorum anfractus percoletur magis atque perficiatur; hinc aliquando non ſolum perficitur planta, ſed novam perſæpe ſpeciem mentitur. Verum, ut feliciter ſuccedat operatio, neceſſum eſt inter utramque plantam intercedere analogiam quamdam; ita ut ſuccus ex plantæ unius tubulis in plantam aliam tranſire libere poſſit, atque pluribus viarum ambagibus feliciter percolari: alioquin non ſolum nihil emolumenti inde poſſet obtineri, ſed plantæ ipſi crearetur mors.

IV. Quamvis jucundum æque ac utile Phyſicis ſpectaculum præbeat ſtupenda plantarum varietas, ſua tamen utilitate principem locum ſibi facile vindicat illa Phyſicæ pars, quæ incredibilem fere animalium varietatem contemplatur. Animalium in varias ſpecies diviſionem, atque ſpecierum illarum deſcriptionem perſequi ad eos pertinet, qui hiſtoriam naturalem data opera tractandam aggrediuntur, corporis noſtri *œconomiam* conſiderare ſatis erit. Et primum quidem, ne breviores quam per eſt, hic videamur, monendum eſt nos non Medicos ſed Phyſicos agere, atque etiam de generali corporis anatome, de ſenſibus aliiſque plurimis ad *œconomiam animalem* pertinentibus nos jam dixiſſe in Metaphyſica & Phyſica generali; quare pauca adjungemus. Quo admirabili arcano naſci atque vivere incipiamus, variis hypotheſibus explicare fruſtra laborant Phyſici, conjecturas illas expo-

nere

nere religioſe abſtinemus; auditoribus enim noſtris nobiſque ipſis *maxima* hac in re *debetur reverentia*; vitæ noſtræ progreſſum atque interitum breviter dumtaxat, quantum ad rem noſtram attinet, proſequemur. Cibus *inciſoriis* dentibus diſſecatur, *molaribus* atteritur, & *ſaliva* affluente permixtus comminuitur, atque prima *digeſtionis* operatio, *maſticatio* ſcilicet, abſolvitur. Cibus *maſticatus* ope linguæ ad æſophagi fauces muſculorum actione dilatatas devolvitur, æſophago ingeſtus deſcendit in ventriculum, agentibus fibris ſpiralibus per muſculoſam æſophagi tunicam diſperſis, & adjuvante tunica glanduloſa interiorem ſuperficiem irrigantem. Cibus in ventriculum delatus commiſcetur cum liquore *gaſtrico* quem per *cruſtam villoſam* fundunt glandulæ, calore digeſtus cibus motibuſque ventriculi conquaſſatus ſolvitur; fibris autem *tunica muſculoſa* conſtrictis per *pylorum* ejicitur in *inteſtinum duodenum*, ubi *ſuccus pancreaticus* cum *felle* effunditur ulterioris digeſtionis gratia; digeſtus autem cibus promovetur actione continua fibrarum, quæ muſculoſam inteſtinorum tunicam veſtiunt, pars craſſior in *feces* abit, ſubtilior autem exprimitur in venas lacteas, quæ radices ſuas per *ductum inteſtinalem* infinito propemodo numero ſpargunt, *Chylus* itidem *lympha* quam glandulæ copioſe effundunt, dilutus in *ciſternam* deducitur, commune chyli atque lymphæ receptaculum, ibique magis attenuatus per *ductum thoracicum* in venam *ſubclaviam* defertur. Sanguini permixtus mox per *venam cavam dextero* cordis *ventriculo* illabitur, unde

unde in *arteriam pulmonalem* exprimitur. Redit ſanguis ex pulmone ad cor per venam pulmonalem, & *ſiniſtro* cordis *ventriculo* infuſus motu cordis in *arteriam magnam* pellitur, per cujus ramos ad omnes corporis partes defertur, unde per ramos venarum redit in venam cavam dextero cordis ventriculo iterum affundendus. Perpetuus iſte motus *circulatio ſanguinis* appellatur; admirandum circulationis artificium ex venarum arteriarumque ſtructura atque ſyſtemate & ex illarum cum corde connexione intelligitur. In dexterum cordis ventriculum hiant vena cava & arteria pulmonalis, in ſiniſtrum vero vena pulmonalis, & arteria magna. Venæ cavæ & arteriæ magnæ rami diſtribuuntur per totum corpus, rami autem venæ pulmonalis & arteriæ ejuſdem nominis per pulmonum lobos diſperguntur. Venæ & arteriæ per totum corpus invicem communicant per tubos capillares inflexos, quorum pars una arteriæ, altera pars venæ vices ſubit: Movetur autem ſanguis in arteriis a corde verſus extremas corporis partes, in venis contra cor verſus. Ne autem in actione cordis ſanguis ex ventriculo redeat in venam unde venerat, valvulis impeditur quibus etiam regreſſus in cor coercetur. Sanguinis quantitatem illiuſque velocitatem calculo æſtimare conati ſunt multi & quidem doctrinæ fama percelebres viri, ſed irrito prorſus labore, ut jam antea obſervavimus.

V. Ut intelligatur nutritionis ratio, totum *Chylificationis* opus breviter reſumamus. Chylus in ore præparatur, atteritur, in æſo-

ſophago & ventriculo attenuatur, in inteſtinis elaboratur, in venis lacteis ſecernitur, in meſenterii glandulis diluitur, magis ac magis in ductu thoraico diluendus, ſanguini in venis miſcetur, ibi autem rurſus ſolvitur, attenuatur, intimis miſcetur, in lateralia pulmonum vaſa pellitur, fluidarum particularum formam induit, ſuam fluiditatem ob perpetuum ſanguinis circuitum conſervat. Continua pulmonis, viſcerum, aliorumque vaſorum actione ſanguis *Chyloſus* varias mutationes ſubit, atque ex eo glandularum ope ſecernitur ac veluti exſugitur liquor, *ſerum ſanguinis* quod in maſſam *gelatinoſam* abit & ſingulis corporum partibus nutriendis deſtinatur; quia vero ſubtilior ſeri pars iterato circuitu perpetuo conſumitur, hinc Chyli detrimentum moderato alimentorum uſu reparandum. Quibus autem incrementis augeatur corpus, jam in Phyſica generali explicavimus, ubi ſermo fuit de tranſpiratione. Nunc cordis actionem quæ vita fons eſt atque principium, ipſamque reſpirationem breviter contemplamur. Cor illiuſque auriculæ ſunt veri muſculi; ſpirales ſcilicet fibræ, quæ ex deſcripta cordis anatome a baſi verſus mucronem aſcendentes iterum verſus baſim reflectuntur, muſculorum vi agunt: dum fibræ omnes ſimul breviores factæ longitudinem cordis minuunt, latitudinem augent, ventriculorum cavitatem coarctant, tendinoſa arteriarum orificia dilatant, venarum oſtia reſtringunt; hinc ſanguis magna vi in arterias exprimitur, atque hæc eſt *Syſtole*. Sanguine per ſyſtolem

toto

toto fere expulſo ex cavis cordis fibræ flacceſcunt, arteriis jam dilatatis cordiſque nervos comprimentibus; hinc diſtantia inter baſim & apicem augetur, ſanguis expulſus in venas tranſit, atque hæc eſt *Diaſtole*. Præter muſcularium fibrarum actionem alias quoque vires plurimas ad motum cordis conferre certum omnino eſt, quamvis ſingulas vires illas nec calculo æſtimare, neque etiam recenſere noverint diligentiores Anatomici. Sed quidquid ſit, indubitatum eſt ad cordis contractionem ſive Syſtolem non parum conducere muſculos intercoſtales & diaphragma; quorum ope fit, ut ſanguini in pulmones pateat ingreſſus, quo negato actioni cordis inſuperabile daretur obſtaculum.

Itaque hæc omnia cum pulmonum actione & reſpiratione conjuncta ſunt. Duplici motu abſolvitur reſpiratio, *dilatatione* nempe & *conſtrictione* pectoris, quarum una alteram ſequitur. Dum pectus dilatatur, aerem in pulmones haurimus, eo conſtricto pulmones evacuantur. Ut intelligatur, quomodo hoc fiat, ex brevi anatome jam in metaphyſicis inſtitutionibus explicata repetendum eſt, pectoris cavitatem duodecim coſtis, arcuum inſtar, hinc & inde poſitis conſtare. Inter eas mediant muſculi *intercoſtales* qui ſuperiores coſtas cum inferioribus connectunt. Inferioribus coſtis valde adhæret diaphragma, quod tranſverſum expanſum inter pectus & abdomen modo complanatur & viſcera abdominis comprimit, modo verſus pectus attollitur & fornicis inſtar aſſurgit. His animadverſis, dum inter-

co-

coſtales muſculi contrahuntur, coſtæ elevantur, diaphragma complanatur, abdominis viſcera extrorſus protruduntur, pectoris cavitas dilatatur, aer ambiens per os & nares atque hinc per tracheam ad pulmones ruit; aer autem *annulos cartilagineos* impellit, *tracheæ bronchia* dirimit atque ſeparat, varios arteriæ pulmonalis & venæ ejuſdem nominis ramos auget, & earumdem capacitatem amplificat. Hinc illarum continua & alterna actio ad cor transfertur, a quo originem habuit. Paulo poſt coſtæ, muſculorum, pectoris viribus, pondere ſuo adjuvante, concidunt, diaphragma a reſilientibus viſceribus ſurſum adigitur, bronchiorum annuli cartilaginei breviores fiunt, illorumque dimenſio contrahitur, atque pari modo contrahuntur tunicarum muſcularium vi & arteria pulmonalis & vena, unde pectoris cavitas contracta ſuſceptum aerem ejicit ex pulmonibus. Utrum vero aliquid aeris, facto per pulmones aditu cum ſanguine miſceatur, quæſtio eſt apud *Phyſicomedicos* agitata, quam breviter attigimus, ubi aeris proprietates explicavimus.

Explicata circulationis & reſpirationis actio mechanica, fœtui in utero materno convenire non poteſt. *Septum* utramque cordis auriculam dirimens *foramine ovali* pertuſum eſt; arteriæ pulmonalis truncus vix e corde egreſſus canalem quemdam communicantem in *aortam deſcendentem* dimittit, nato & excluſo fœtu foramen ovale ſenſim clauditur & canalis communicans areſcit. At fœtu incluſo in utero materno, pulmo-

nes

nes intumeſcere atque detumeſcere non poſſunt, pro ut faciunt ingreſſo aere; quare flaccidi fere manent & ſine ullo motu, ac proinde ſanguini per eos circulationem copioſam & facilem non permittunt. Hinc admirabili ſtructura factum fuit foramen ovale, ut ſanguis e vena cava in dexteram auriculam admiſſus, in auriculam ſiniſtram influeretur, atque in fœtu cordis vitam & actionem foveret non ſecus, ac ſi per pulmones tranſiret.

VI. De muſculorum actione ſæpe mentionem injecimus; motus inſtrumentum ſunt muſculi, quibus diſſectis, membrum cui movendo deſtinantur, moveri amplius non poteſt. Venter muſculis conſtat ex fibris carneis ſecundum longitudinem excurrentibus, qui breviores fiunt, ut pars corporis, cui cauda affixa, verſus caput adducatur. Nervis ligatis vel reſectis, quod in *phrenico* præſertim ad diaphragma tendente experiri licet, nulla in fibris *motricibus* fieri poteſt conſtrictio; hinc colligitur, per nervos aliquid ad muſculos deferri, quo illorum actio determinatur. Quare non ſine ratione admittitur fluidum aliquod ſubtile, quod in ſubſtantia *corticali* cerebri, utpote glanduloſa, ſecretum influit in nervos, qui ex ſubſtantia medullari ortum ducunt.

Motus quo carneæ muſculorum fibræ contrahuntur, nondum ſatis patet. Mittimus igitur conjecturas, etſi utiles; viam enim ad ulteriores diſquiſitiones parant, dummodo tamen fiant a viris rerum anatomicarum expertiſſimis. Hoc unum certo nobis ſtatuen-

tuendum videtur, ad muſculorum actionem concurrere & fluidum ſubtiliſſimum per nervos decurrens, quæcumque ſit hujus fluidi natura, ſimulque ſanguinem ex arteriolis affluentem; quemadmodum enim ligato nervo motus omnis in muſculo impeditur, ita quoque ſi muſculi arteria conſtringatur, novique ſanguinis in muſculum influxus impediatur, nullus in muſculo motus haberi poteſt. Sed de his jam ſermonem habuimus in Metaphyſica; hic autem dumtaxat ſubjungemus, muſculos fere omnes ſuos habere *antagoniſtas* qui nempe contraria habeant officia. Tales ſunt muſculi *extenſores* & *flexores*, quorum primi extendunt, poſtremi autem inflectunt. Hinc patet, contractionem eſſe naturalem muſculis omnibus ſtatum; niſi enim muſculus a ſuo Antagoniſta ſuperetur, ſtatim contrahitur, neque ullo voluntatis imperio poteſt dilatari. Ita ſi partis alicujus flexor muſculus reſecetur, jam extenſores contraria muſculorum antagoniſtarum actione haud amplius ſuperantur, hinc partem illam ſtatim extendi neceſſum eſt; & contra eamdem partem flecti oportet, reſectis muſculis extenſoribus. Aliqui tamen muſculi, inter quos *cor*, ſuis carent antagoniſtis. Ex his omnibus intelligitur, vitæ fontem & veluti fundamentum eſſe cordis motum, quo ſanguis per univerſum corpus impellitur. Mors autem eſt æconomiæ animalis diſſolutio, per quam ceſſant & motus cordis & reſpiratio. Plurima alia ad hanc ipſam rem ſpectantia repeti debent ex Metaphyſica atque ex Phyſica generali; id enim cave-

mus

mus diligenter, ne in aliquo loco iterum dicamus quod jam dictum prius. Nonnullas alias corporum ſpecies in ſequenti capite conſiderabimus.

APPENDIX.

De quibuſdam capitis præcedentis utilitatibus.

VAria telluris climata in hoc capite enumeravimus; ex diverſa autem cæli temperie, ac proinde & ex ipſa climatum varietate ſuboriri in æconomia animali variationes plurimas negari non poteſt, atque experientia comprobatum eſt. Climatum varietas plurimum confert ad generalem corporis conſtitutionem, ſtaturam, robur, colorem, morborum naturam, ſenectutem. At fatendum eſt, generalem climatum rationem cum aliis particularibus cauſis, quales ſunt aeris, aquæ, ſoli, alimentorum conditiones, tam confuſe complicatam eſſe, ut difficile omnino ſit eas ſecernere varietates, quæ climati propriæ ſunt. Quia vero inter corpus & animam arctiſſimum eſt commercium, certum quoque eſt idque obſervatione conſtat, incolarum indolem, niſi voluntatis imperio regatur, ex ipſa climatis natura aliquo modo pendere. Ita climata quædam robur & fortitudinem excitant, alia vim imaginandi aciemque ingenii acuunt, alia autem quaſi hebetare videntur. Tandem ſuum cuique nationi fere proprium eſt ingenium; ſed rem invidiæ plenam ſuſius perſequi noſtrum non eſt. Id

tan-

tantum caute monendum eſt, virtutum vitiorumque rationem non ex climatum conditione & natura, ſed ex divina atque immutabili lege pendere; leges ergo in variis regionibus non mutabili climatum varietati, ſed perpetuæ & invariabili juſtitiæ attemperari debent. Tandem licet climatum temperies ad excitandam affectuum varietatem conferre aliquid poſſit, gubernari tamen poſſunt & debent voluntatis arbitrio, & ad divinæ legis normam moderari, atque, ſi pravi ſint, extirpari omnino. Sed hæc ad Ethicam proprio jure pertinent.

Itaqne his prætermiſſis ſuſeque tractandis in Ethica ubi ſancta morum dogmata vindicabimus, jam ad Geographiam redeamus, & de illius ſtudio pauca adjungamus. Triplex ut ita dicam, Geographiæ ætas conſiderari debet. Geographia *antiqua*, Geographiæ ætas *media*, & Geographia *recentior*. Primus Geographiæ ſtatus ea eſt terræ deſcriptio, quam veteres Scriptores uſque ad Imperii Romani occaſum reliquere. Geographia mediæ ætatis ille eſt geographiæ ſtatus, qui ab Imperii Romani occaſu uſque ad litterarum reſtaurationem obtinuit. Geographia recens eſt terræ deſcriptio a reſtauratis litteris ad præſens uſque tempus. Quod ſpectat Geographiam antiquam, ea quidem magnam poſtulat veterum Scriptorum ſupellectilem, ſed recentioris etiam Geographiæ auxilio indiget. Veteres ſcilicet Scriptores cum recentioribus & cum accuratiſſimis menſuris comparandi atque etiam emendandi. Si hac com-

comparatione deſtituamur, ignotæ omnino erunt itinerariæ veterum menſuræ, ac proinde & ignotus erit veteris Geographiæ ſtatus. Hæc prima Geographiæ ſpecies ad Sacræ Scripturæ intelligentiam plurimum prodeſt. Quod attinet mediæ Geographiæ ſtatum, is denſioribus involvitur tenebris, multaque ad hanc cognitionem neceſſaria nobis eripuit temporum barbaries. Attamen ex veteribus *Chronicis*, *cartulis* quibus *archivia* abundant, aliquid lucis tantæ rerum geographicarum obſcuritati affulgere poteſt. Tandem quod ſpectat recentiorem Geographiam, Aſtronomorum laboribus ad ſummum perfectionis gradum ita producta eſt, ut ignotus eſſe non poſſit in globo terreſtri locus, in quo Aſtronomus pedem figere poſſit. Itaque viro Geographiæ ſtudioſo probe cogniti eſſe debent globi cœleſtis atque terreſtris circuli; hæcque eſt Geographia *Aſtronomica*. Præterea dividitur Geographia in *naturalem*, qua ſcilicet conſiderantur illæ quas natura conſtituit; globi noſtri diviſiones, ope marium, montium, fluminum &c.... dividitur etiam in *hiſtoricam* vel *politicam*, eaque conſiderat varias regionum viciſſitudines, tum in ipſa Principum mutatione, variiſque regionum in bello & pace fortunis, tum in ipſo regimine *civili* aut *politico*. Tandem geographia alia eſt *ſacra eccleſiaſtica*, quæ nempe eas percurrit regiones, de quibus mentio fit in Sacra Scriptura, & in Hiſtoria Eccleſiaſtica. Hæc autem Geographiæ pars varias pro commoditate diviſiones admittit. Ita Geographia Eccleſiaſtica ratione juriſ-

juriſdictionis dividi poteſt in *Patriarchatus*, *Primatus*, *Diœceſes* &c. Ex his manifeſtum eſt cultiori cuilibet hominum conditioni utiliſſimam eſſe Geographiam, imo Geographiam *neſcire turpe magis eſt*, *quam ſcire glorioſum*.

CAPUT II.

De corporibus aliis in terræ gremio potiſſimum conſiderandis.

CORpora in terræ gremio concluſa generali *foſſilium* nomine appellantur. Alia foſſilia in terræ viſceribus generantur, atque formantur, hæc *nativa* dicuntur; ad hanc claſſem pertinent *terræ*, *lapides*, *metalla* &c. alia autem foſſilia terræ propria non ſunt, & *extranea* vocantur, qualia ſunt *piſcium*, *quadrupedum* oſſa, *ligna*, *plantarum corpora* terræ viſceribus ignoto caſu ſepulta. In terræ gremio recluduntur innumerabiles ſuccorum ſpecies, aliaque plurima infinito pene numero corpora. Ex corporum illorum concurſu oriuntur aliquando inteſtini, vehementiſſimique motus, atque hinc naſcuntur perſæpe ſubterranea, atque etiam meteora phænomena. In tanta rerum copia, quæ univerſam fere hiſtoriam naturalem continent, pauca dumtaxat corpora conſiderabimus, quæ Phyſicorum contemplationi proprie ſubjacent. Quare hoc ultimum Phyſices caput in duos dividemus articulos. 1. Erit de ferro, & magnete, illorumque mutua attractione, ubi etiam de vi electrica. In 2. articulo alia contemplabimur corpora,

pora, quæ ad ſubterranea meteoraque phę-nomena videntur pertinere.

ARTICULUS I.

De ferro & magnete illorumque vi attractiva, ubi etiam de electricitate.

I. FErri & magnetis quædam ſunt proprietates, admirandæ potius quam hactenus explicandæ. Primo autem annotandum eſt, magnetem haberi poſſe velut lapidis ſpeciem, quæ ex ferro, oleo & ſale coaleſcit; in hoc lapide quatuor effectus pręcipuos conſiderabimus; ſcilicet, *vim attahentem* aut *repellentem*, *vim communicatricem*, *vim directricem*, ac tandem *vim inclinatricem*, de quibus ordine dicendum eſt. Atque ut a vi attrahente initium ducamus, ſciendum eſt, magnetem trahere ad ſe multa corpora, ſed potiſſimum magnetem alium, ferrum, & arenam illam lucidam, qua ad exſiccandos recens ſcriptos characteres uti ſolemus. Si magnes ad corpora iſta admoveatur, ſtatim videbuntur ea ſponte moveri verſus magnetem, & quidem majori vel minori cum velocitate pro majori vel minori eorum pondere; velocius enim ruunt corpora iſta verſus magnetem ſi minorem habeant molem; imo ſi magnitudinem paulo majorem habeant, manebunt etiam immota, neque magnes tantam habebit vim, qua ea ad ſe rapiat. Attractio autem iſta mutua eſt; non minus enim magnes trahit ad ſe magnetem alium vel ferrum, quam trahitur ab illis, quod demonſtravimus in Phy-

Phyſica generali, ubi de actione & reactione. Cæterum magnes nec trahit omni ex parte, nec æqualem in omnibus ſui partibus virtutem habere deprehenditur; donatus eſt enim magnes plerumque polo duplici, quorum alter trahit ad ſe, alter viciſſim repellit, ſi ſcilicet magnes magneti opponatur, non vero ſi ferrum magneti; ferrum enim ſemper & omni ex parte trahitur, quanquam non æque vehementer omni ex parte. Id vero intelligendum eſt de ferro, quod magneticam vim non adhuc ſibi comparavit; nam ferrum poſtquam magneticam vim adeptum eſt, a magnete repellitur non minus ac magnes alius. Quoniam vero in polis virtus trahendi maxima eſt, ii deteguntur ope ſcobis ferreæ vel etiam arenę, quæ ita circa magnetem ſeſe componit ut ſemitas quaſdam veluti ſulcos efficiat; ubi autem ſulci convergunt, ibi reperiuntur poli. Linea utrumque polum conjungens dicitur *axis magnetis*, *æquatuor* autem dicitur planum ad axem perpendiculare, ipſumque axem bifariam & æqualiter dividens. Magneticis polis idem impoſitum fuit nomen, quod globi noſtri polis; unus nempe *ſeptentrionalis* ſive *borealis*, alter *meridionalis* ſive *auſtralis* dicitur. Etenim ſi magnetem ex filo libere ſuſpendas, ſponte ſua in hunc ſe diſponit ſitum, ut polus ſeptentrionalis ſeptentrionem, auſtralis auſtrum reſpiciat, etſi non accurate nec æqualiter ubivis locorum. *Meridianus magneticus* appellatur planum ad magnetem perpendiculare ſecundum longitudinem axis, ac proinde tranſit per polos. Sunt autem poli magnetis puncta mu-

tabilia. Si magnes per medium axem leni manu ſecetur; quælibet pars duos acquirit polos; partes quæ erant ſub æquatore contiguæ ante ſectionem, & quæ poli non erant, polorum vim habent; imo pars quælibet polus borealis vel auſtralis fieri poſſet, ſectione facta majoris magnetis polo auſtrali vel boreali propius. Idem contingeret parti cuilibet dimidiæ, ſi eodem modo mediæ ſecarentur. At ſi magnes non ſecetur per medium axem, ſed ſecundum longitudinem, habebuntur quoque poli quatuor, quorum duo *ejuſdem nominis*, in ea manebunt parte, in qua poſiti erant ante ſectionem, & in qualibet parte formabitur novus axis priori parallelus. Phænomenon autem plane ſingulare præbent magnetis poli, nempe duorum magnetum poli, ſi fuerint diverſi nominis, ſeſe mutuo attrahunt; ſecus autem, ſi ejuſdem nominis fuerint; nimirum polus ſeptentrionalis trahit auſtralem, ſed non viciſſim duo ſeptentrionales vel auſtrales ſeſe mutuo attrahunt, imo ſeſe fugiunt, ſive repellunt. Quare poli diverſi nominis dicuntur *amici*; poli autem ejuſdem nominis *inimici* appellantur.

II. Magnes donatur virtute alia, quæ *communicatrix* dicitur, eo quod magnes vim ſuam attrahentem ferro, aut calybi facile impertiatur. Si ſuper polo cujuſvis magnetis, vel prope eum lenta manu ducatur ferrum ſecundum ſui ipſius longitudinem, & eadem ſervata directione; magnes huic ferro virtutem ſuam ita communicabit, ut ferrum ipſum; ad vim attrahentem quod attinet, nihil prorſus a magnete differat. Nec tamen

tamen magnes de viribus ſuis deperdit quidquam; etſi centena ferramenta vi ſua imprægnaverit; non deſunt tamen, qui affirmant, magnetes imbecilliores evadere. At illud certum eſt, ferrum ductum circa magnetem binos polos ſibi comparare, qui iiſdem donati ſunt proprietatibus, quibus pollent ipſius magnetis poli. Neque magnes tantum vim ferro communicat, ſed etiam ferrum acceptam virtutem magneticam ferro tribuit, atque etiam alteri magneti; diverſis artificiis comparantur magnetes *artefacti*, illud vero præcipuum eſt atque optimum.

Adhibeantur lamellæ calybeæ eximie lævigatæ, ſummaque induſtria temperatæ, quæ ſingulæ eamdem habeant longitudinem, latitudinem, & craſſitiem, ſintque circiter ſex pollicibus longæ, quinque lineas latæ, unam vero lineam craſſæ. Si autem illarum longitudo augeatur, in eadem ratione augeri debent dimenſiones ſingulæ. Rebus ita comparatis, cuilibet lamellæ ſeorſim vis magnetica communicetur, potenti magnete adhibito, deinde lamellæ illæ inter duas laminas ferreas, vel calybeas ita conſtituantur, ut ſuis polis oppoſitis eas contingant, quæ quidem præparatio *armatura* vocatur, atque ita habebitur magnes *artefactus*. Non ſolum magnetis ope, ſed etiam ſine magnete ullo parari poteſt vis magnetica. Laminulæ calybeæ probe lævigatæ incudi etiam eximie perpolitę imponantur, eaque ſecundum longitudinem, eamdemque directionem atterantur ferro verticali ſatis magno, cujus extremitas inferior ſit in rotundum con-

formata, & bene expolita. Si operatio illa per ſingulas lamellæ calybeæ facies, quantum ſatis eſt, iteretur, eximiam virtutem magneticam acquiret lamella calybea, non ſecus ac ſi exquiſito magnete tacta fuiſſet. Id autem notandum eſt, ad ſeptentrionem dirigi illam magnetis extremitatem, a qua factum fuit attritus initium, contra autem ad meridiem convertitur extremitas altera, in qua attritus deſinit.

Sine ulla magnetis ope egregiam vim magneticam natura aliquando ſuppeditat. Ferrum oblongum in loco ſublimi poſitum, & in ſitu verticali ſatis diu detentum, mutatur in præſtantiſſimum magnetem. Potentiſſimam vim magneticam perſæpe demonſtrarunt virgæ ferreæ in ædium tectis, templorumque faſtigiis erectæ. Inſignem vim magneticam acquiſiviſſe aliquando feruntur cæleſti fulmine percuſſa ferramenta. Traditur, cubiculum aliquod fulmine tactum fuiſſe, in quo cultri, aliaque id genus ferrea plurima continebantur; id autem contigit omnino ſingulare; ferramentorum pars fulminis vi ſoluta fuit, & liquefacta; pars autem alia inſignem acquiſivit virtutem magneticam, qua clavos, annuloſque ferreos ad ſe rapiebat. Plurimis modis ſive natura, ſive arte generatur vis magnetica, ſed hos recenſere longius foret.

III. Virtute alia donatur magnes, ob quam fit, ut magnes polos ſuos præter propter ad mundi polos convertat. Magnes enim cymbæ ligneæ ita impoſitus, ut axem habeat horizontis plano parallelum, ſi in amplo vaſe, quod aqua plenum ſit, innatet,

ſtet, paulatim ſic convertet ſe, ut determinatas ſemper cœli plagas ſuis polis reſpiciat, quarum quidem cœli plagarum una eſt utcunque *borealis*, altera autem utcunque *auſtralis*. Huic magnetis virtuti ferendum eſt præſtantiſſimum *nautica acus* inventum, quod in arte nautica magnam preſtat utilitatem. Acus calybea oblongior vi magnetica imbuitur, acutæque pinnæ medio ſui imponitur, ut libere verti poſſit; ad mundi fere polos ipſa ſuos polos dirigit; apex qui reſpicit *boream* dicitur *polus boreus*, & *ſeptentrionalis*; qui vero *auſtrum* reſpicit, *polus auſtralis*, aut *meridionalis* vocatur. Acus nautica, ne ab aeris motu vexetur, capſula ad cuſtodiam coercetur; quare tale inſtrumentum *pixis nautica* appellatum eſt. At dolendum eſt, quod ad majorem nautice artis utilitatem acus magnetica ad mundi polos ſeſe non componat accurate, variationibuſque plurimis ſit obnoxia. Si pixis magnetica ita conſtituatur, ut acus terreſtri meridiano reſpondeat, idque fiat in plurimis terræ locis; obſervabimus, directionem acus magneticæ a directione ipſius meridiani deflectere, nec quidem in omnibus locis æqualiter, ſed magis, vel minus pro vario locorum ſitu; talis aberratio acus magneticæ a meridiano appellatur *declinatio*. Præterea in ipſa declinatione mutatio fere perpetua deprehenditur, etiam in eodem loco non ſolum diverſis annis, ſed etiam diverſis diebus, & per varias ejuſdem diei horas: ſic Pariſiis anno 1550 magnes ad orientem declinabat gradibus octo, anno 1580 gradibus undecim, anno 1666

polos accurate reſpiciebat, anno 1700 gradibus octo declinabat verſus occidentem: quod autem Lutetię accidit, idem quoque in ſingulis terræ locis obſervatum eſt, ſed diverſa plane mutationis lege, imo potius nulla, quę ſubtiliſſimis etiam obſervationibus hactenus innotuiſſe potuerit. Præter hanc univerſalem declinationis variationem, ex certis quibuſdam ſpecialibus circumſtantiis, & conditionibus alias quoque mutationes plurimas interdum ſubit acus magnetica; ferrum acui magneticæ proximum illius declinationem plurimum turbat; aliquando etiam meteora in acus declinatione inſignem variationem inducunt. Anno 1724 in latitudine boreali 41° 10' & in longitudine 28° die 2 Septembris, perturbatis motibus, ita agitata eſt acus magnetica, ut ad dirigendum iter nullius potuerit eſſe uſus; eamdem agitationem patiebantur acus aliæ plurimę vi magnetica recens imbutę, ille autem vehementior inordinatuſque motus horæ integræ ſpatio perduravit, quo deinde ceſſante priſtinam directionem acus magneticæ recuperarunt. Eamdem vim directivam aliquando ſuſpenſam obſervavit peritiſſimus navium præfectus D. Ellis. Sæviente acutiſſimo frigore, navique magno gelu circumdata, ſemel deprehendit vi ſua directiva fere deſtitutas fuiſſe acus ſingulas; aliæ autem ad plagas oppoſitas ſeſe aliquando dirigebant. His tamen non obſtantibus, quæ minus frequentes ſunt, acus magneticę variationibus, maximę tamen utilitatis eſt pixis magnetica; declinatio enim ſatis accuratis obſervationibus ut plurimum nota eſt.

IV.

IV. Supereſt tandem conſideranda magnetis virtus *inclinatrix*. Parata acu calybea, magnetica vi nondum imbuta, inventoque gravitatis centro, ita ut ipſum gravitatis centrum apici ſtyli immineat, acus æquilibrata manebit, ſitumque horizonti parallelum obtinebit, neutra extremitate ſe vel attollente, vel deprimente. At ſi hujuſmodi acus concipiat vim magneticam, & ſtillo eadem ratione imponatur, cuſpis ejus borealis in his noſtris regionibus borealibus deprimet ſeſe aliquantulum, oppoſitus autem auſtralis viciſſim ſeſe extollet. Nec depreſſio cuſpidis unius, & elevatio alterius æqualis eſt in omnibus terræ locis; eo enim minor obſervatur, quo minor eſt locorum diſtantia ab æquatore; & contra eo major, quo loca ſunt polis propiora, ac proinde acus magneticæ *inclinatio* ex ipſa locorum latitudine pendere videtur. Hæc phænomena deprehenduntur in hemiſphærio noſtro boreali; at translata acu ad oppoſitum hemiſphærium auſtrale, tunc viciſſim cuſpis auſtralis deprimet ſeſe, borealis autem ſeſe attollet, & eo magis, quo propior fuerit locus polo auſtrali. Hinc conſequens videtur, acum manere æquilibratam in æquatore, in polis autem eo uſque inclinari, ut perpendiculariter inſiſtat ad terram. Hæc autem acus magneticæ inclinatio majores, quam ipſa declinatio, variationes patitur, non ſolum in diverſis terræ locis, ſed etiam in eodem loco, & per diverſas diei horas. Verum hujus variationis partem aliquam referendam eſſe, obſervatum eſt, ad reſiſtentiam, quam ex mutuo axis attri-

tu patitur acus magnetica, antequam ad æquilibrii ſitum perveniat. Et quidem diligenter obſervata acus magneticæ inclinatione, ea variabilis omnino deprehendebatur, iiſdem licet manentibus experimenti circumſtantiis. Paratæ fuerunt diverſæ acus magneticæ quoad omnes conditiones ſimillimæ, vix unquam eamdem inclinationem oſtenderunt acus duæ, imo differentia 10, vel 12 gradus aliquando ſuperabat. Ex illa inclinationis inconſtantia factum fuit, ut hanc variationis partem arte aliqua corrigendam propoſuerit Academia Pariſienſis, annexo de more præmio, quod reportavit Doctiſſimus Daniel Bernoullius, qui ſubtiliſſima acus magneticæ ſtructura hujus erroris, vel differentiæ partem aliquam ſuſtulit.

V. Quod ſpectat effectuum magneticorum cauſam, fatendum eſt, nihil eſſe in Phyſica obſcurius. Quare ne varias quidem referre volumus Phyſicorum hypotheſes, quibus explicatis non ſimus doctiores. Generatim obſervare ſatis erit, attractionem magneticam ex ferri, magnetiſque particulis, atque illarum textura pendere. Et quidem mutata particularum diſpoſitione generatur, vel deſtruitur vis magnetica, frequentius intenditur, vel remittitur; quod jam variis exemplis oſtendimus. Ita ſi ferrum magnetica vi imbutum valide percutiatur, ſi igni ſubjiciatur, ſi violenta manu torqueatur, vi magnetica deſtituitur. Si vires attractivæ fuerint ex una parte majores, quam ex altera, poli ex una parte erunt *attractivi*, ex altera *repulſivi*. *Communicatio* virtutis in eo ſita eſſe poteſt, quod ferri particulæ

ſine

ſine ullo ordine diſpoſitæ ob magnetis vicini actionem mutuam poſitionem mutent; tumque ſe prodet magnetica vis in ferro quoque. Eadem de cauſa filum ferreum, quod magneti affrictum virtutem contraxit, poterit virtutem amittere, ſi motu contrario ducatur, ita ut conveniens partium poſitio turbetur. *Directio* acus ad certas terræ plagas polo proximas hinc oriri poteſt, quod per univerſam quidem tellurem ingentes lateant ſub ipſa ſuperficie maſſæ ferri, & magnetis, ſed multo plures, quam alibi, verſus polos. Hac enim de cauſa fieri poterit, ut acus magnetica non dirigatur accurate verſus polum, ſed hinc inde aberret. Si ejuſmodi fodinæ minores per univerſam terram nullo certo ordine diſperſæ ſint, inde intelligetur in magnetis declinatione nullum eſſe certum ordinem. Hujus rei imaginem quamdam habere poſſumus, ſi majorem aliquem eximiæ virtutis magnetem ad menſæ caput collocemus, tum alios minores magnetes diſpergamus ſine ordine, acus ſe ad magnum magnetem potiſſimum diriget, minorum tamen magnetum actionibus nonnihil turbabitur directio. Eadem quoque erit *inclinationis* cauſa; videmus enim, acum magneticam inclinari ſtatim, ſi ferri fodinis proxima fuerit. Jam vero ſi hæc ſit effectuum magneticorum generalis cauſa; quidni fieri poterit, ut quotidie parum admodum & fere nihil mutetur directio, quæ mutatio temporis progreſſu creſcat & tandem poſt ingentes terræ motus ſtatim vel maxime augeatur, vel etiam minuatur? Nimirum fodinæ perpetuas ſubeunt mutatio-

nes, novæ alibi generantur augenturque, alibi minuuntur & pereunt. Itaque perpetua eſt mutatio, exiguo tempore exigua, tempore longiori major, irregularis omnino ſi mutatio ipſa in fodinis irregularis fuerit. Quæ cum ita ſint, non repugnat ad generalem attractionis legem referri poſſe effectus magneticos, qui proinde ex particularum figura, textura, mutua poſitione pendent, quæ quidem omnia nos latent, & utinam fortaſſe non ſemper lateant. Quare generatim rem difficilem explicavimus parum ſolliciti de ſubtiliſſimis effluviis quæ tenuitate ſua acutiſſimos oculos effugiunt, remotaſque maſſas vi maxima connectunt.

VI. Cum vi magnetica aliquid affinitatis habere videtur vis *electrica*. Antiquis etiam Philoſophiæ temporibus notum fuit *ſuccinum* quod etiam *electrum* dicitur, eam vim habere, qua paleolas leviaque corpuſcula attrahat, atque ideo virtuti huic attractivæ factum eſt *electricitatis* nomen. Progreſſu temporis hæc eadem vis in *ſulphure*, *cera obſignatoria*, corporibuſque aliis *bituminoſis* & *reſinoſis* obſervata fuit; virtutem electricam in *vitro*, *gemmis*, *bombice*, *lana*, *capillis* experti ſunt deinde Phyſici; dura enim ſiccaque manu perfrictis corporibus illis, leviuſcula quæque corpora ad ſe rapiunt. Idem tentatum fuit in aliis plurimis corporum ſpeciebus, nullumque inventum fuit corpus, quod ſua natura non foret electricum, vel electricitatem non poſſet accipere. Quod ut intelligatur, duplex diſtingui debet corporum electricorum genus: alia dicuntur corpora *per naturam electrica*, quæ nempe perfri-

fricta electricitatem demonſtrant; alia autem per longum etiam tempus attrita nullum electricitatis indicium præbent: electricitatem tamen ex corporum electricorum vicinia haurire poſſunt atque accipere, & ideo vocantur *electrica per communicationem*. Ita quamvis metalla & fluida nullam ex attritu electricitatem poſſint concipere, iis tamen electricitas variis artificiis conciliari poteſt. Si ferrum aliquod tubis duobus vitreis horizontaliter ſuſtineatur, vel funiculis ſericis ſuſpendatur, vel etiam reſinoſæ maſſæ incumbat, ferrum illud admoto vitreo tubo debite perfricto, vim electricam admittet. Eodem artificio electricitatem accipient fluida aliaque corpora non electrica. Porro in electricitatis phænomenis non ſolum conſideranda eſt attractio, ſed etiam repulſio, quæ ut plurimum attractioni ſuccedit. Ita ſi auri foliolum a tubo electrico attrahatur, rurſus ab eo repellitur, atque per vices varios itus & reditus ſeu ſubſultus edit. Vix conſpicua eſt repulſio, ſi debilior ſit electricitas; at ſi valida ſit, corpuſculum attractum ſtatim repellitur. Tandem ſi potentiſſima ſit electricitas, nullum inter tubum & corpuſculum obſervatur contactus; ſed corpuſculum repellitur, ubi ad duorum vel trium pollicum a vitro diſtantiam pervenit. Eamdem attrahendi & repellendi vim acquirit metallum, ſi vi electrica *per communicationem* imbutum fuerit; idemque ſuccedit in corporibus omnibus non electricis. At aliæ multæ attractionis & repulſionis conditiones ſumma attentione conſiderari debent.

VII. Ex attractionis repulſioniſque phæno-

nomenis aliqua colligunt Phyſici, & quidem merito ut nobis videtur. 1 Leviora corpuſcula a corporibus electricis attrahuntur, donec eamdem cum attrahentibus electricitatem acquirant, illorumque atmoſphæræ ad eamdem redigantur denſitatem. 2 Hac denſitate acquiſita, deſinit attractio, incipitque repulſio. 3 Hæc repulſio viget tantum inter corpora quæ ad eumdem electricitatis gradum pervenerunt. 4 Tandiu viget hæc repulſio, quandiu manet eadem atmoſphærarum denſitas, qua perturbata, fit iterum attractio, donec æqualis denſitas reſtituatur, rurſuſque nova excitatur repulſio. 5 Vigere poteſt repulſio inter corpora duo, quæ nullum unquam dedere attractionis ſignum, dummodo eamdem ſervent atmoſphæræ denſitatem. 6 Eo validior eſt repulſio quo major eſt electricitas; ac proinde ex ſpatiis vi repulſiva deſcriptis vires electricas æſtimare licet. Recenſitos effectus experientia confirmat; etenim ſi electricitas ſit validior, inter auri foliolum tubumque vitreum nullus jam contactus deprehenditur, ſed in duorum vel trium pollicum a vitro diſtantiam aurum repellitur, acquiſita ſcilicet æquali atmoſphæræ denſitate, deinde ſupra tubum manet aurum veluti ſuſpenſum, donec vim electricam acquiſitam amiſerit; ſive eam ſenſim & per gradus amittat, vim ſuam communicando vaporibus per aerem diſperſis, ſive amittat ſtatim ex alterius corporis non electrici contactu. Facta electricitatis jactura, jam ceſſat repulſio, foliolumque attrahitur, iterum poſt reparatam electricitatem repellendum.

dum. Hoc artificio auri foliolum per cubiculum transferri poterit, illud ſcilicet repellendo ope tubi eximie electrici, digitumque pro ſingulis repulſionibus admovendo; imo foliolum auri immotum ſuſtineri poterit inter ferrum vi electrica imbutum & digitum ipſum, ſi ſubtus ipſum auri foliolum ita admoveatur digitus, ut in ſingulis repulſionibus aurum tangatur, hac arte velut ſuſpenſum cohiberi poterit foliolum inter ferrum & digitum. Porro admodum veriſimile eſt foliolum in hoc ſtatu manere, eo quod tantam vim electricam digito communicet, quantam ipſum a ferro accepit, ea tamen quantitate dempta, quæ ad ſuperandam gravitatem neceſſaria eſt. Sed hæc pauca dicta ſint, longiorem enim tractatum res poſtularet; legatur opus egregium quod magna ſagacitate parique experimentorum ſubtilitate conſcripſit *Taurini* doctiſſimus P. Beccarias, qui Franklini doctrinam non ſolum explicavit, ſed & mirifice perfecit. Tota doctrina huc reducitur; eſſe quoddam fluidum electricum, quod interna corporum quorumdam viſcera illorumque ſuperficiem poſſit pervadere, in aliis autem corporibus nullum habeat motum, licet tamen corporum illorum aliqua contineant hujuſmodi fluidi copiam ſibi firmiſſime adhærentem, nec ſine frictione inteſtinoque motu effundendam. Prioris ſpeciei corpora dicuntur electrica *per communicationem*, alia autem corpora vocantur electrica *per naturam*. Priora corpora fluidum electricum ſtatim ad æqualitatem in alia corpora diffundunt, licet alia majorem, alia minorem hujus fluidi copiam

poſtu-

poſtulent ad quamdam ſibi *connaturalem*, ut ajunt, *ſaturitatem*. Quare e duobus ejuſmodi corporibus, quæ eumdem natura ſua non habent ſaturitatis gradum, aliud reſpectu alterius electricum eſt *per exceſſum*, aliud autem *per defectum*. Ubi nempe corpora illa ad eam admoventur diſtantiam, in qua particulæ circa eadem corpora atmoſphærarum inſtar diffuſæ, aliæ in alias poſſint agere, e corpore electrico per exceſſum fluit illico ejuſmodi fluidum in corpus electricum per defectum, donec fluidum ad *reſpectivam* æqualitatem in utroque corpore perveniat. Porro fieri poteſt in hoc continuo effluxu; ut corpora quæ fluidum dant & recipiunt, ad ſe invicem accedant, ſi leviora ſint, vel libere pendeant. Imo ſi materiæ coacervatę motus vehementior fuerit, exploſione excitari poterunt ſcintillæ, tonitrua fulminaque ipſa.

VIII. Hinc aliqua ratione intelligi poteſt experimentum *Batavicum*, quod eſt hujuſmodi. Phiala vitrea mediocris craſſitiei, dimidia circiter parte aquam continet; hęc autem manu ſuſtinetur, filo metallico in aqua interim pendente; illud vero filum alligatur lamellæ metallicæ aut corpori *per communicationem* electrico, quod ideo *conductor* vel *deferens* ſolet appellari, eo quod illius ope materia electrica propagetur & veluti ducatur atque deferatur. Si machinæ hoc modo comparatæ imponatur globus vitreus, qui circa axem velociſſime convertatur, ſicca manu interim perfrictus, hic eximiam vim electricam concipiet, quæ in corpora per communicationem ele-

ctri-

ſtrica tranſibit. Jam excitata in globo vi electrica, ſi *conductori* extremitas digiti admoveatur, non ſolum ſcintillam elicies, ſed te quoque vehementiori ictu percuſſum ſenties, atque eam ob cauſam experimentum iſtud *fulmen electricum* vocatur. Porro ad magnam diſtantiam propagatur fluidum electricum, & tanta eſt diſtantia illa ut Phyſicorum experimenta & diligentiam fugiat, ſi longiſſimum quoque filum ferreum filis ſericis ſuſtineatur, & in eo excitetur vis electrica, ad alterum fili ferrei extremum propagatur fluidum electricum tanta velocitate, quæ nullam menſuram admittat. Si filum illud ferreum extremo digito tangatur, infinita propemodum velocitate extunditur fluidum electricum; quo autem longius eſt filum ferreum, eo vehementior ſentitur ictus cum ſcintilla conjunctus. Si plures homines maſſis reſinoſis inſiſtant pedibus, & cum metallis in ſuperficiem ſatis magnam extenſis communicent, quæ tamen metalla filis ſericis ſuſpendantur, in hac etiam longiſſima hominum ſerie ſi vel unus ferrum vi electrica imbutum manu contineat, ſinguli electricitatem acquirent, leviuſcula corpuſcula attrahent, atque ex iis vividiſſimæ elicientur ſcintillæ. Si reſinoſæ maſſæ ſint ſubtiliores, electricitatis effectus debiliores fiunt, & nulli omnino, ſi inter pedes terramque ipſam nullum medium ſit corpus natura ſua electricum. Hinc certum videtur, fluidam eſſe materiam electricam, eamque per vitrum, reſinam, bombycem tranſire facilius, ſi corpora illa minus craſſa fuerint, facil-

lime

lime autem pervadere metallorum, animaliumque corpora, quibus intermedius ad terram propagatur, niſi corpore aliquo natura ſua electrico cohibeatur. Scintilla e corporibus electricis excuſſæ cum fulgure & fulmine tantam affinitatem habere videtur, ut Phyſici plurimi perſuaſum habeant, tonitrus boatum nihil aliud eſſe quam vehementiorem ſcintillæ electricæ exploſionem. Et re quidem ipſa, dum cœlum tonat, ferramenta maſſis reſinoſis impoſita tantam electricitatis vim concipiunt, ut ſcintillas multo ſplendidiores reddant, quam quæ machinarum vi extundi poſſunt; ſed de his agemus in primo articulo. Cæterum quamvis de recentiori electricorum phænomenorum invento non pauci doctiſſimi viri præclara nobis reliquerint quæ hic fuſius exponere non licet, fatendum tamen eſt, immaturum, ut ita dicam, aſthuc eſſe argumentum illud, longa fortaſſe annorum atque experimentorum ſerie perficiendum. Quod vero generalem primamque attractionis & repulſionis electricæ cauſam ſpectat, valde probabile eſt eam ad univerſum mundi ſyſtema pertinere, ac proinde noſtros auditores hortamur, ut in difficilioribus id genus quæſtionibus nihil audacius proferant, vaniſſimaſque explicationum umbras & inanes verborum ſonos non amplectantur.

AR-

ARTICULUS II.

De ſubterraneis quibuſdam meteoris, atque phænomenis.

I. NEminem latet, in terræ gremio contineri diverſiſſimas magna copia corporum ſpecies, quæ ſimul permixtæ inteſtinis motibus agitantur, vehementiſſimamque fermentationem concipiunt. Sulphure, bitumine, nitro, particuliſque metallicis abundant terræ viſcera; porro notiſſimum eſt Phyſicis, mixturas quaſdam fieri ex nitro intermixto ſulphuri, bitumini, & calci vivæ, quæ humido aliquo aſperſæ accenduntur. Quidni ergo ſimiles commixtiones ſub terra fieri valeant, quæ humore aqueo imbutæ ignem excitent? Si limatura ferri & ſulphur contritum miſceantur, atque aqua abluantur, ita ut ex iis componatur maſſa quædam mollis, hæc in vaſe aliquo condita, & ſub terra defoſſa magnum calorem primo excitabit, tum ignis, & flamma emicabit, quæ terram ipſam ſubmovere poterit. Hac ratione clariſſimus Lamerius *Veſuvinos* ignes imitatus eſt; nec abhorret a vero, hanc, aut conſimilem rationem naturam adhibere ad magna Veſuvii incendia excitanda, ciendoſque terræ motus. Et quidem cauſam hanc confirmat ſoli natura, in iis ſiquidem locis, quæ triſtiſſimis id genus phænomenis frequentius agitantur, terra prædictis materiis ad fermentationem, ignemque idoneis refer-ta obſervatur. Nulla autem dubitandi ra-

tio

tio eſſe videtur, quin ad terræ motus conferat plurimum vis electrica, idque mox oſtendemus, ubi fulminis cauſam explicare conabimur. Interim monere ſatis ſit, ſine eximia vi electrica intelligi vix poſſe, quod narrant Scriptores aliqui, ad incredibilem fere diſtantiam propagatos fuiſſe terræ motus. At ſi ponamus, quod quidem probabiliſſimum eſt, ex vehementiſſimo partium attritu generari potentiſſimam vim electricam, multo facilius explicantur ſubterranea phænomena ad tantam diſtantiam propagata, & facto, quod ſcriptum reliquerunt aliqui, fides conciliabitur, ingentem ſcilicet terræ concuſſionem, e Veſuvii monte ad Conſtantinopolin uſque fuiſſe tranſmiſſam. Et requidem ipſa, vehementiores terræ motus, quos memoriæ tradiderunt antiquiſſimi Scriptores, fulgure, igne, tonitru horruiſſe leguntur. Idem quoque his noſtris temporibus anno 1756 *Uliſſipone* contigiſſe fide publica certum eſt; de plerisque Veſuvii montis eruptionibus id etiam narratur. Si autem ignis hic ſubterraneus, illiusque, ut ita dicam, *focus* ſubtus mari delituerit, jam ipſas maris aquas ſublevare poterit, variisque in locis exundationes creare; quod quidem annis 1755, 1756 accidiſſe, infauſtis nuntiis accepimus.

II. Materiæ electricæ procul dubio referendi videntur ignes illi, qui *fatui*, ſeu *erratici*, & *ambulones* vocantur. Frequentes ſunt in locis pinguibus, ulignoſis, & paludoſis, in cemeteriis non raro viſuntur, & timidæ plebi terrorem incutiunt. Nonnunquam

quam ſubito evaneſcunt, mox in alio loco reſplendent, plerumque ad altitudinem ſex pedum errant huc illuc, interdum altius hærent. Ex his ignibus aliqui lucentes ſunt dumtaxat, alii autem lucentes ſunt ſimul, & incendiarii, ita ut palearia, tecta ſtraminea, & ædes incendere valeant. Dum ignes illi manu capiuntur, conſtare obſervantur ex materia viſcoſa, & lubrica, non calida. Ejuſdem naturæ eſt ignis, qui *lambens* dicitur, hominum capillis, equorumque jubis aliquando adhærens, præcipue dum pectine atterruntur. Ex dictis de igne electrico manifeſtum eſt, ignes illos nihil aliud eſſe, quam materiam electricam ex putrefactis plantis, cadaveribus, capillis, aliiſque in genus corporibus motu, atque attritu excuſſam. Eodem referendæ ſunt exiguæ flammulæ, quæ *Caſtor* & *Pollux* a nautis appellantur & ſæviente tempeſtate ad apluſtria, ad funes, parteſque navis volitare perſæpe obſervantur. Ignem hunc eſſe electricum, ſatis jam demonſtrat memoratum in præcedenti articulo experimentum, quo nempe ferramenta, cælo tonante, eximiam vim electricam concipiunt, magnamque ſcintillarum copiam emittunt. Ad hunc ipſum locum pertinet phænomenon plantæ ſingulare, cujus ego memini. In faſtigio templi cujuſdam apud Alvernos in Gallia poſita erat de more Crux ferrea. Tonante cœlo e tribus crucis cuſpidibus copioſæ emanabant ſcintillæ, tantaque lux aliquando ſplendebat, quæ ingruente etiam pluvia, præfocari non poſſet; ſed Crux e loco dimota loci incolis terrorem, Phyſicis autem phænomenon eripuit. Iiſdem cau-

ſis.

ſis tribuendi ſunt globi ignei aliquando in aere excitati, quorum aliqui longiorem caudam, ut plurimum trahunt. Sunt autem ejuſmodi globi ſæpe ingentes, lunari magnitudine apparuerunt plurimi; majores nonnulli. Ingentem hujuſmodi globum Bononiæ obſervavit Montanarius anno 1676. Viſum eſt illud ipſum lumen ſuper mare Adriaticum, tanquam ex Dalmatia veniſſe, ac per univerſam Italiam tranſiviſſe; in iis autem locis, quibus verticale fuit, auditum ſcribit laudatus auctor crepitantem fragorem, qualis edi ſolet a curribus citato curſu ſuper ſtrata lapidea delatis. Addit, hoc lumen velociſſime motum fuiſſe; nam inter horæ ſcrupulum unum 160 milliaria italica peragraſſe comperit; aliqui autem ex his globis in eadem cœli parte ſuſpenſi, & fere immoti videntur. Ex odore ſulphuris, quem globi illi ſpargere ſolent, intelligere pronum eſt, hoc meteora ex ſulphureis potiſſimum exhalationibus conflatum eſſe; & re quidem ipſa talem eſſe globorum illorum naturam, demonſtrant perniciosiſſimi hujus materiæ effectus, dum in terram non ſine fragore maximo diſſiliunt. Per longum tractum diſperſi arbores disjiciunt, evellunt, firmiora etiam ædificia ſolo coæquant, vehementiſſimos ventos excitant. Valde autem probabile eſt, aeris elaſticitatem magna ſulphuris copia debilitari, quocunque tandem modo id fiat. Hinc aerem longius remotum magna vi irruere neceſſum eſt, validiorem ventum excitare, & ad ædificiorum ruinam conferre. Porro certiſſimum eſt, hujus meteori ignem materiæ electricæ ſimillimum eſſe, ac proin-

de

de vi electricæ referendam eſſe maximam prædictorum effectuum partem. Hoc ipſo anno 1761 nuntiis publicis accepimus, Londini viſum fuiſſe ingentem hujuſmodi globum, qui ædificia plurima ſubvertit non ſine magna animalium ſtrage; interim vero cœlum flammis, fulgure, tonitruque ſæviebat. Quod autem meteora illa globi figuram, ut plurimum, aliaſque etiam figuras interdum referant; id tribuendum videtur partim flantibus ventis, partim materiæ electricæ attrahenti. Sed ſingulos talis materiæ motus, innumeris cauſis variatos, atque turbatos nulla aſſequi poteſt Phyſicorum induſtria, ullave explicatio.

III. Hinc fulminis naturam atque geneſim aliqua ratione licet intelligere. Fulmen differt a tonitru & fulgure. *Fulminis* nomine appellatur rapidiſſima flamma ex nubibus ad terram uſque maximo cum impetu delata, & obvia omnia proſternens. *Tonitrus* autem nihil aliud eſt, quam fragor in ſummo aere ſubita exhalationum aut materiæ electricæ inflammatione ortus. *Fulgur* vero eſt ipſa materiæ accenſio. Itaque patet eamdem eſſe fulminis, tonitrus, fulguriſque materiam, & ratione effectuum dumtaxat diſtingui. Jam meteori cauſam, juxta recentiores cultioreſque Phyſicos, explicabimus. Calore Solis, aut ventis aliiſque aeris mutationibus ſaltem tanquam a cauſa primaria, procelloſas nubes non excitari, certum omnino videtur. Etenim autumnali hybernoque tempore hic Romæ, & in aliis regionibus plurimis haud rara ſunt tonitrua & fulgura. Præterea tranquillo penitus aere ſuboriuntur pro-

procelloſæ nubes, & ipſa atmoſphæræ tranquillitas imminentis procellæ indicium eſſe ſolet. Hæc igitur non eſt, ut vulgo credebatur, ſaltem generalis procellarum origo. In terræ ſinu illiuſque ſuperficie, atque in liberis atmoſphæræ regionibus, materiæ electricæ magnam copiam latere ex præcedentibus experimentis manifeſtum eſt. Porro hujus materiæ æquilibrium plurimis de cauſis tum in terræ gremio, tum ipſo aere turbari poſſe evidens eſt. Hinc excitari poterunt plurimi, & infinitis fere modis variati hujus materiæ motus; hinc nubes quæ ex aqueis partibus *per communicationem* electricis coaleſcunt, aliquando materia electrica imbuuntur magis, aliquando autem minus. Rem ita ſe habere demonſtrat motuum viciſſitudo in nubibus procelloſis, materiæ electricæ variatis motibus ſimillima. Nubes quæ aquam deferunt, lente & tranquille admodum progrediuntur atque uniformi quaſi motu expanduntur; nubes aliæ quæ grandines, turbines, fulguraque devehunt, ex improviſo veluti apparent, impingunt, verſus ſe invicem poſt contactum reſiliunt, frequentiſſimiſque reflexionibus jactantur, donec ſimul conjungantur, & unum veluti corpus electricum componant. Jam vero ſi ponamus, variabilem aliquam ob cauſam alicubi accumulari materiam electricam, alicubi autem deficere, & vapores plures, aut nubes, aut corpora quævis *per communicationem* electrica utrique loco eſſe interjecta; intelligimus a loco ad locum redundantem electricitatis materiam vehementiſſime vibrari, interpoſita corpora trajicere, infinitis propemodum

mo-

motibus ſerpere, atque mirabiles omnino effectus edere. Experimento rem illuſtrabimus. Supra maſſam ex cera vel reſina conflatam collocentur metallici plures globuli, ita ut linea omnium centra conjungens per varios ſerpat gyros; deinde quo tempore primus globulus catenæ propius admovetur, ultimus globulus digito tangatur; ſcintilla per globulos ſingulos ad digitum uſque excurret. Porro experimentum illud varias fulguris ambages ſatis feliciter explicat; nec mirum amplius videbitur, quod fulminis materia quędam corpora pervadat, aliis propioribus relictis, enſem ſolvat vagina intacta, oculos feriat inoffenſo corpore. Alia plurima ſunt fulminis ſcintillæque electricæ ſimillima phęnomena; ſcintilla electrica inflammat corpora, quæ flammam concipere poſſunt: ita etiam fulmen ejuſdem naturæ *inflammabilis* corpora invadit, illaque in fumum ac cineres reſolvit. Scintilla electrica corporum evaporationem auget, gravem odorem ſpargit, tenuiſſimas fundit auri metallorumque particulas, ita etiam fulmen liquores in vaſe contentos diſſipat, odorem pro locorum varietate varium effundit, & quæ pervadit metalla, ſolvit, diſſipat, abſumit. Scintilla electrica enecantur volucres, & fulmine intereunt homines, atque in omnibus fulmine tactis eadem deprehenduntur ſigna, quæ in volucribus ſcintilla electrica percuſſis obſervantur. Quæ cum ita ſint, fulmen conſiderari poterit tanquam ſcintilla ex nubibus electrica materia gravidis excluſa. Si electricorum ignium vires voluminibus proportionales eſſe fingamus; globi ignei, qui diametrum

trum lunarem referunt, vim longe majorem habebunt quam quæ ad disjiciendas ædes, evellendas arbores, propellendos lapides ſatis ſit; cum ſcintilla, cujus diameter apparens ſit lineæ unius, vitreum tubum facile frangat. Ex angulis catenæ vi electrica imbutę micant coni valde lucidi & ſatis ampli: ita etiam ex nubibus aliquando ea poterit lux effundi, quæ ad plures gradus extendatur, totumque cœlum videatur occupare. Pręterea vis, qua in ſe invicem impingunt nubes, & fragor ex conflictu oriundus, enormiter excedet ſcintillæ electricæ ſtrepitum pro majori nubium incurrentium amplitudine, & vaporum, ex quibus coaleſcunt, elaſticitate.

Materiam electricam per univerſa corpora diffuſam eſſe jam demonſtratum eſt; ac proinde nullum dubium eſt, quin fulmina alia e terræ gremio in aerem aſsurgant, alia autem ex aere in terram recidant. Ex hoc materiæ electricæ terram inter & atmoſphæram commercio ſagaciſſimis quibuſdam Philoſophis in mentem venit a fulminis ictu ædificia fortaſſe liberari poſſe. Et quidem obſervandum eſt, materiam electricam ad metalla potiſſimum dirigi, eaque eſſe materiæ electricæ, ac proinde & fulmineæ *conductores* ſive *deferentes*. Igitur fulminis materia, cæteris paribus, corpora metallica præſertim imbuet; atque ex iis deinde emergens alia corpora pervadet. Itaque ſi *deferentes* metallici ad terram uſque pertingant, hi fulminis materiam in terræ gremio deponent, atque amovebitur fulminis periculum. Ita ædium aliquarum tecta metallicis canalibus circum-

data

data ſunt ad excipiendas demittendaſque aquas; ſi autem in ædium illarum faſtigio erigantur duæ vel tres metallicæ cuſpides fili ferrei ope cum iiſdem canalibus communicantes, periculum declinari poſſe ſibi perſuadent aliqui; & quidem non omni deſtituuntur fundamento, ut ex doctrina hactenus explicata, colligitur. Et certe audimus, præſentiſſimum periculum expertos fuiſſe quoſdam Phyſicos, qui procelloſa tempeſtate, nulla prævia diligentia, tentare auſi ſunt experimenta electrica; imo ſi narrationi fides eſſe debeat, eorum aliquos fulmine tactos fuiſſe didicimus. Laudanda quidem eſt phyſicorum humanitas, qui avertendis periculis humanique generis ſecuritati invigilant; ſed Dei flagella timere, melioreſque fieri debemus.

IV. In omnibus meteoris partes aliquas habere videtur vis electrica. Si aquæ guttula *per communicationem* facta ſit electrica; ea ſal tritum attrahit, atque inde firmitatem aliquam adipiſcitur, ſeu in maſſam compingitur. Pari ratione, ſi in nubibus procelloſis idem majori copia fieri ponamus, nubium particulæ maximam ſalium, nitrorumque per atmoſphæram effuſorum copiam trahent, & in *nivem* atque *grandinem* cogent. Si ex virga ferrea electricitate imbuta pendeat aquæ guttula, quæ pollicis circiter intervallo diſtet a vaſe inferiori aquæ pleno, gutta ſuperior pendens oblongatur, excutitur ſcintilla crepituſque auditur. En *columna* ſeu *tuba marina* & *typhonis* ſimillimam imaginem: aliquando enim aqua circularem motum inchoare a Nautis obſervatur, & paulatim ad altitudinem ſatis magnam aſſur-

gere: vortex ille ſi mari immineat *tuba marina* appellatur, *Typho* autem dicitur ſi aereus ſit vortex terræque ſubjectus. Periculoſi admodum ſunt hujuſmodi turbines, & raro incumbunt terris ſine maxima clade. Cæterum quamvis ad meteora aquea plurimum conferat materia electrica, aliæ tamen cauſæ, quæ vulgo afferri ſolent, non debent omnino excludi. Nempe calore ipſius Terræ & calore Solis ſublevantur vapores, & ad altiorem atmoſphæræ regionem aſſurgunt, ibique ob minorem ſpecificam gravitatem ſuſpenſi manere poſſunt. Si vero frigore addenſentur, majoremque acquirant gravitatem ſpecificam, proprio pondere relabuntur, vel pulviæ vel nivis vel grandinis inſtar. Hæc eſt vulgaris explicatio, quam quidem omnino de medio tollere immerito quis tentaret. Quamvis enim in meteoris aqueis partem maximam agere poſſit materia electrica, quæ corpora longe graviora per aerem ſuſpendere valeat; certum tamen eſt, alias quoque cauſas ad meteora aquea conferre, aliquando omnes ſimul, interdum aliquas tantum.

Antequam hunc articulum ultimamque Phyſices partem abſolvamus, prætermittendum non eſt phænomenum quod variatis vividiſſimiſque lucis jactibus phænomena electrica imitari ſolet. Fulgentiſſimum illud ſpectaculum plagam ſeptentrionalem ut plurimum illuſtrat, & *aurora borealis* appellatur. Arcus inſtar apparet, atque ex illo vibrantur radii celeriter aſcendentes iique admodum lati, inſtar columnarum verticalium nunc majori nunc minori copia, &

tan-

tandem cœlum flammis hinc inde ſerpentibus totum reſplendet. Hujus phænomeni ſedem in atmoſphæra noſtra collocant Phyſici omnes: & quidem ut alias prætermittam rationes plurimas, obſervationibus compertum eſt, eaſdem auroras boreales in duobus locis licet parum diſtantibus non eodem tempore viſas fuiſſe, quod quidem certiſſimo eſt argumento tales auroras non multum ſublimes fuiſſe, & in atmoſphæræ noſtra ſedem habuiſſe. Hujus phænomeni altitudinem ex illius parallaxi inveſtigarunt celeberrimi Mathematici, at fatendum est, non ſatis tutam eſſe hanc methodum. Et quidem non conſtat, auroram borealem e diverſis locis obſervatam, eſſe eamdem ipſam lucem, quæ in eodem cœli loco fixa hærebat; quod tamen fieri oportet ad definiendam phænomeni parallaxim ac proinde & illius altitudinem. Vir doctiſſimus D. de Mairan ſummo ingenii acumine parique doctrinæ apparatu hujus phænomeni cauſam quæſivit in atmoſphæra ſolari, quæ ad terreſtrem uſque atmoſphæram aliquando pertingens, auroræ borealis ſpectaculum præbet. Præclariſſima ſane ſunt opera, quæ hac de re edidit vir clariſſimus. Opinionem hanc aggreſſus est celeberrimus vir Eulerus, qui auroram borealem ex ſubtilioribus atmoſphæræ nostræ particulis radiorum ſolarium vi impulſis conflatam eſſe existimavit. Sed litem hanc inter duos magnos viros componere in argumento conjecturis pleno non licet. Alii tandem ex materia electrica totum phænomenum repetunt hoc fere modo. Cum materia electrica ſit ubique diffu-

ſa, alte etiam ſupra terreſtrem ſuperficiem evehitur materia hæc. Jam vero aer, & quæ aeri immiſcentur heterogeneæ particulæ in Terram Solem ac Lunam graves ſunt, circa Terram diurno motu revolventes fluunt ac refluunt perpetuo, iiſque in locis quibus ad perpendiculum inſiſtunt luminaria, attolluntur primum, tum luminaribus progredientibus fluunt ab equatore ad polos, atque in novum aerem particulaſque alias impingunt. Hinc fieri poteſt, ut particulæ in locis admodum diverſis diverſa imbuantur materia electrica, diverſumque electricitatis gradum acquirant, atque tandem eædem particulæ in ſe incurrentes electricitatis gradu diſſimiles omnia exhibere potetunt electricitatis ſpectacula. Ratiocinationem hanc confirmant ex mutuæ gravitatis legibus & maris noſtri analogia, atque tandem accuratiſſima afferunt experimenta, quæ in *cervis*, ut vocant, *volantibus* inſtitui ſolent; his enim ſubtiliſſimis experimentis compertum eſt, cervos ad diverſas altitudinis diverſiſque temporibus per aerem ſublatos, diverſum electricitatis gradum concipere. His ita conſtitutis, jam conſequuntur omnia electricitatis phænomena; ex particularum in ſe impingentium varietate naſcetur miranda motuum varietas, hinc igneæ columnæ ſurgere ſtatim poterunt & ſubſidere, lucidæ ſuccedunt coronæ, igneſque alii ſine ordine per cælum diſperſi. Quia vero aer hyberno tempore in regionibus borealibus fit denſior, excitandiſque electricitatis phænomenis aptior, hinc aurora borealis frequentior conſpicietur hyberno

berno tempore & terra in perihelio conſtituta ; quod demonſtrant obſervationes *meteorologicæ*. Hæ ſunt variæ hypotheſes, quæ quidem ſingulæ ſuum habent probabilitatis gradum haud facile definiendum. Cæterum in iis, quæ pertinent ad vim electricam, haud ſatis commendari debent clariſſimi Beccariæ opera; hic enim aliis omnibus, qui hactenus de eodem argumento ſcripſerunt, palmam longe præripit; nobis vero quibus injuncta eſt brevitas, hæc pauca ſatis ſint; data autem præſenti occaſione, noſtram erga amicum venerationem libenter teſtatam voluimus.

APPENDIX

De quibuſdam capitis præcedentis utilitatibus.

IN hoc capite mentionem fecimus de *foſſilibus extraneis*, quorum in terræ gremio magna latet copia, nec minor in ipſa telluris ſuperficie apparet. Hiſtoriæ naturalis amatores maxima admiratione percellit tanta *conchyliorum marinorum*, & *piſcium* varietas, quibus abundare aliquando obſervantur altiores montes, profundioreſque valles in magna etiam a mari diſtantia. Tot, & tanta conchyliorum foſſilium ſtrata horizonti fere parallela ſemper deprehenduntur, aliquando autem ſtrata plurima intermedia, ut ita dicam, lectis vel terreis, vel arenoſis ſeparantur; neque caſu quodam in noſtras regiones translata credi poſſunt. Ita autem perſæpe accumulata ſunt conchylio-

rum ſtrata, ut animalia, quæ conchyliorum illorum incolæ fuerunt, quaſi eandem familiam, atque ſocietatem conſtituiſſe videantur. Id autem mirandum eſt maxime, quod corpora illa marina ad maria noſtra minime pertineant, ſed e remotiſſimis plagis ad nos advecta fuiſſe credantur a peritiſſimis hiſtoriæ naturalis Scriptoribus. Hæc antiquiſſima monumenta velut triſtiſſimas diluvii univerſalis reliquias venerari non dubitant aliqui Phyſici, quorum ſententiam confirmare videntur inventa in montibus a mare longe diſſitis inſtrumentorum nauticorum fragmenta. Hæc quidem univerſalis diluvii documenta, &, ut alii appellant *numiſmata*, pie, ac religioſe vindicantur, ſed his argumentis, quæ ſuis non carent difficultatibus, minime indiget, nulli difficultati, nulli errori obnoxia Sacræ Scripturæ divinæ auctoritas. Quid clarius his Dei comminantis verbis cap. 6 Geneſ. *Delebo hominem, quem creavi, a facie terræ; finis univerſæ carnis [illegible]am me; ecce ego adducam aquas dil[illegible]ii ſuper terram, ut interficiam omnem carnem: univerſa, quæ in terra ſunt, conſumentur*. Quod autem minas eventus fuerit ſubſecutus, aperte conſtat cap. 7: *conſumptaque eſt omnis caro, quæ movebantur ſuper terram, aquæ prævaluerunt nimis ſuper terram, opertique ſunt montes excelſi ſub univerſo cælo*. Et certe ſi in habitatas dumtaxat terræ partes diluvium fureret; ad quid Noe, Deo jubente arcam ſibi fabricaſſet? cur in eam animantia introduxiſſet, cum a diluvianis aquis in aliis regionibus facile tutus eſſe potuiſſet? Sed de his fuſius diſſerere ad Sacræ Scri-

pturæ

pturæ interpretes pertinet. Supereſt, ut refellamus objectiones duas, quæ Phyſicorum juris eſſe videntur. Intelligi nequaquam poſſe, ajunt aliqui, qua via in Americam penetrare potuerint fera animalia. In omnes *continentis* noſtræ partes facile quidem migrare potuerunt domeſtica animalia ſimul cum hominibus earumdem terrarum incolis, fera quoque animalia temporis ſucceſſu viam ſibi quærere potuerunt. At omni caret veriſimilitudine, leones, tigres, aliaque hominibus pernicioſiſſima animalia in alterius continentis regiones fuiſſe translata. Hæc quidem eſt ineptiſſima objectio, quæ adverſariis proponentibus ſolvenda etiam manet. Et quidem cum Deus cunctas animaliun ſpecies in paradiſo terreſtri conſtituerit, *eaſque adduxerit ad Adam*, etiamſi nullum fuiſſet diluvium, quæſtio pari jure fieri poſſet, quomodo ferociſſima animalia in Americam pervenire potuerint. Variæ autem huic quæſtioni reſponſiones eſſe poſſunt. Et primum quidem veriſimillimum eſt, Americam reliquis terræ partibus conjunctam eſſe; vel anguſto *iſtmo* animalibus facile pervio a *continente* noſtra dirimi. Et re quidem ipſa anno proxime elapſo rariſſimam ego vidi tabulam geographicam *Pertopoli* eleganter inciſam, in qua delineabatur tranſitus a viatoribus Ruſſis per exiguum fretum in Americam his nuperrimis annis inſtitutus. Tandem ſi in noſtras regiones plurima id genus animalia etiamnum hodie longius accerſantur, quidni etiam fieri potuit, eadem animalia in Americam fuiſſe advecta? Huic ineptiſſimæ objectioni aliam adjungunt im-

pie-

pietatis plenam; divinam omnipotentiam calculis arithmeticis metiri præſumunt, & fieri non poſſe, ajunt, ut atmoſphæra univerſa in imbres etiam copioſiſſimos reſoluta altiores montes attingat. Nihil certe audacius, quam ſupremo aquarum, rerumque omnium creatori limites præſcribere, & diluvii univerſalis facultatem adimere: *rupti ſunt omnes fontes abyſſi, cœli aperti ſunt, & facta eſt pluvia ſuper terram* 40 *diebus &* 40 *noctibus*. Geneſ. cap. 7. Verum quamvis divinæ vindictæ arcana ſcrutari non liceat; poſtquam Phyſicorum quorumdam impietatem redarguimus, non abs re erit illorum quoque in rebus phyſicis imperitiam oſtendere. Et quidem ampliſſimas regiones copioſiſſimis aquis per ipſas quoque rupium, & montium fauces exundantibus devaſtatas fuiſſe, certa fide traditum eſt. Tantam aquarum copiam comitabantur horrendi tonitrus, & fulmina; atque hinc reddi poteſt effectuum illorum ratio, ſi nempe meminerimus, tempeſtatum illarum cauſam ex amoſphærica ſubterraneaque materia electrica probabiliſſime repetendam eſſe. Si nempe inter ignem electricum in terræ gremio latentem & per univerſam quoque atmoſphæram diſperſum maxime turbetur æquilibrium, non caret veriſimilitudine, ipſa rumpi montium latera, magnoque impetu aquas eructare, quod aliquando contigiſſe certum eſt. Hæc breviter dicta ſint, ut reprimatur Phyſicorum illorum ſuperbia, qui ſubterraneas aquas velut commentitias derident. Cæterum divina ſupplicia timemus, adoramus; ſed explicare non præſumimus.

F I N I S.

INDEX.

Sectio I. DE *Fluidis.* Pag. 5
Caput I. *De fluidis generatim conſideratis.* ibid.
Artic. I. *De fluidorum natura.* 6
Concl. *Ex ſpharica particularum fluidarum figura illarumque minima vi attractiva ſatis probabiliter repetenda videtur fluiditatis cauſa.* 7
Artic. II. *De fluidorum æquilibrio.* 18
Concl. *Ex mutua aquæ & vitri attractione repetenda videntur tuborum capillarium phænomena.* 28
Artic. III. *De fluidorum motu.* 41
Artic. IV. *De reſiſtentia fluidorum.* 47
Append. *De quibuſdam capitis præcedentis utilitatibus.* 52
Caput II. *De fluidis elaſticis.* 59
Artic. I. *De Elaſticitate.* ibid.
Artic. II. *De aere illiuſque proprietatibus.* 65
Concl. *Aer gravis eſt & elaſticus.* 67
Artic. III. *De ſono & auditu.* 81
Append. *De quibuſdam capitis præcedentis utilitatibus.* 105
Sectio II. *De lumine & igne.* 117
Caput I. *De lumine.* ibid.
Artic. I. *De lucis natura & propagatione.* ibid.
Concl. *Lux conſiſtit in effluviis e corpore lucido jugiter emanantibus, illiuſque propagatio inſtantanea non eſt, ſed ſucceſſiva.* 119
Artic. II. *De lucis reflexione.* 133

Ar-

Artic. III. *De lucis refractione.* 147

Concl. *Reflexionem lucis in minimis a contactu diſtantiis fieri, refractionem vero vi attractiva medii tribuendam eſſe vix in dubium vocari poteſt.* 157

Artic. IV. *De viſione.* 167

Artic. V. *De coloribus atque iride.* 182

Concl. *Certiſſimis experimentis diverſam radiorum refrangibilitatem demonſtravit Nevtonus; atque ex eadem doctrina pendent iridis phænomena.* 183

Append. *De quibuſdam capitis præcedentis utilitatibus.* 213

Caput II. *De igne.* 222

Artic. I. *De ignis proprietatibus præcipuis.* ibid.

Artic. II. *De calore & frigore.* 233

Append. *De quibuſdam capitis præcedentis utilitatibus.* 244

Sectio. III. *De aſtronomia.* 249

Caput I. *De variis corporum cœleſtium phænomenis & motibus.* ibid.

Articulus I. *De mundi ſyſtemate quale oculis apparet & de ſphæra cœleſti.* 250

Articulus II. *De variis mundani ſyſtematis hypotheſibus.* 262

Artic. III. *De Sole & ſtellis fixis.* 279

Artic. IV. *De Stellis Erraticis, ſive de planetis & cometis.* 291

Concl. *Cometæ non ſunt corpora ſublunaria aut meteora, ſed circa ſolem certa periodo revolvuntur.* 303

Artic. V. *De planetis ſecundariis & de eclipſibus.* 318

Append. *De quibuſdam capitis præcedentis utilitatibus.* 332

Ca-

Caput II. *De aſtronomia phyſica, ſeu de phænomenon cæleſtium cauſis.* 334
Artic. I. *De gravitatis cœleſtis ſyſtemate & de planetarum orbita.* 335
Artic. II. *De planetarum denſitate & figura, præſertim de figura telluris.* 344
Concl. *Quamvis certo cognita non ſit accurata telluris figura, eam tamen verſus polos compreſſam eſſe demonſtrant obſervationes atque experimenta.* 348
Artic. III. *De phęnomenis pendentibus ex mutua planetarum actione, prçſertim de æſtu maris.* 357
Concl. *Ex actione lunę & ſolis repetenda ſunt eſtus marini phęnomena.* 365
Append. *De quibuſdam prçcedentis capitis utilitatibus.* 380
Caput III. *De Chronologia & Kalendario* 383
Artic. I. *De temporis partibus ejuſque menſura.* 384
Artic. II. *De illuſtrioribus Epochis præcipuiſque periodis.* 390
Artic. III. *De Kalendario.* 397
Append. *De quibuſdam capitis præcedentis utilitatibus.* 413
Sectio IV. *De Geographia.* 419
Caput I. *De ſuperficie terreſtri præcipuiſque in ea conſiderandis corporum ſpeciebus.* 420
Artic. I. *De ſuperficiei terreſtris diviſione, illiuſque variis reſpectu ſolis affectionibus.* ib.
Artic. II. *De prçcipuis corporum ſpeciebus in telluris ſuperficie conſiderandis.* 434
Append. *De quibuſdam capitis præcedentis utilitatibus.* 452
Caput II. *De corporibus aliis in terra gremio potiſſimum conſiderandis.* 355

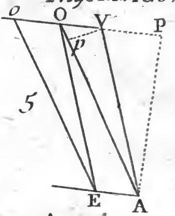
Artic.

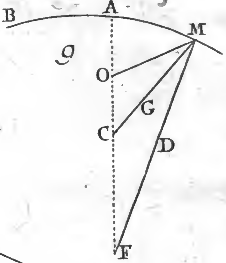
Artic. I. *De ferro & magnete illorumque vi attractiva, ubi etiam de electricitate* 456
Artic. II. *De ſubterraneis quibuſdam meteoriſque phęnomenis.* 473
Append. *De quibuſdam capitis pręcedentis utilitatibus.* 485

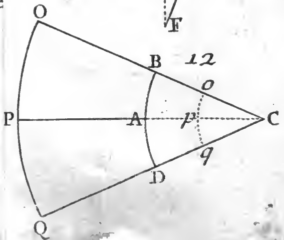
F I N I S.

AØ1
1453161

PARS

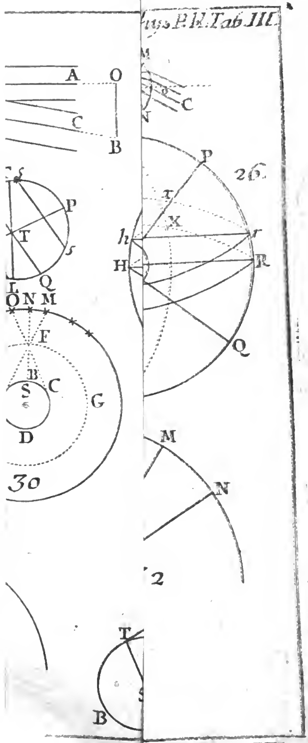

o
O
V
P
p
5
E
A


B
A
M
9
O
G
C
D
F

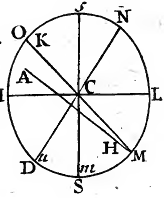

O
B
12
o
P
A
p
C
q
D
Q

Google

Digitized by Google


hys P. II. Tab. III.
A
O
C
B
M
N
C
P
26.
x
X
h
r
H
R
Q
P
T
s
L
Q
O N M
F
B
S
C
G
D
30
M
N
2
T
S
B

35



36

